ARNOULD

NOUVEAUX ÉLÉMENTS D'HYGIÈNE

DEUXIÈME ÉDITION

Presented by Dr. Duncan

Librairie J.-B. BAILLIÈRE et Fils, 19, rue Hautefeuille.

BIBLIOTHÈQUE DE L'ÉLÈVE EN MÉDECINE

PHYSIQUE ET CHIMIE MÉDICALES, HISTOIRE NATURELLE MÉDICALE

BLANCHARD (R.). **Traité de zoologie médicale**, par R. Blanchard, professeur agrégé à la Faculté de médecine. 2 vol. in-8 de 900 pages avec 650 fig........ 18 fr.

BONNIER (G.). **Les plantes des champs et des bois.** Excursions botaniques : Printemps, été, automne, hiver, par G. Bonnier, professeur à la Faculté des sciences de Paris. 1 vol. in-8, avec 873 figures dans le texte et 30 planches dont 8 en couleur. 24 fr.

— Cartonné...... 26 fr.

BOUANT (E.). **Dictionnaire de chimie**, comprenant les applications aux sciences, aux arts, à l'agriculture et à l'industrie, par E. Bouant, avec la collaboration de profeseurs, d'ingénieurs et d'industriels, précédé d'une introduction par L. Troost (de l'Institut). 1 vol. gr. in-8 de 1120 pages à 2 colonnes avec 650 fig...... 25 fr.

BUIGNET. **Manipulations de physique.** Cours de travaux pratiques, par H. Buignet, professeur à l'École de pharmacie. 1 vol. in-8 de 800 pages, avec 265 figures et 1 pl. col. Cart...... 16 fr.

CAUVET (D.). **Nouveaux éléments de matière médicale**, comprenant l'histoire des drogues simples d'origine animale et végétale, leur constitution, leurs propriétés et leurs falsifications, par D. Cauvet, professeur de matière médicale à la Faculté de médecine de Lyon. 2 vol. in-18 jésus, avec 800 figures...... 15 fr.

— **Nouveaux éléments d'histoire naturelle médicale**, comprenant des notions générales sur la minéralogie, la zoologie, la botanique, l'histoire et les propriétés des animaux et des végétaux utiles ou nuisibles à l'homme, soit par eux-mêmes, soit par leurs produits. *Troisième édition.* 2 vol. in-18 jésus, avec 790 figures...... 12 fr.

— **Cours élémentaire de botanique.** 1 vol. in-18 jésus, 880 pages, avec 618 figures. Cart...... 10 fr.

DENIKER. **Atlas manuel de botanique.** Illustrations des familles et des genres de plantes phanérogames et cryptogames, avec le texte en regard. 1 vol. in-4 de 400 pages, avec 200 planches, comprenant 3300 figures. Cart...... 30 fr.

DUCHARTRE. **Éléments de botanique.** *Troisième édition.* 1 vol. in-8 de 1272 pages, avec 517 figures. Cartonné...... 20 fr.

ENGEL. **Nouveaux éléments de chimie médicale et de chimie biologique**, par R. Engel, professeur à la Faculté de médecine de Montpellier. *Deuxième édition.* 1 vol. in-18 jésus de 750 pages, avec 117 figures...... 8 fr.

GAUTIER (L.-M.). **Les Champignons**, considérés dans leurs rapports avec la médecine, l'hygiène publique et privée, l'agriculture et l'industrie, et description des principales espèces comestibles, suspectes et vénéneuses de la France. 1 vol. gr. in-8, avec 16 pl. chromolithographiées et 195 figures, cart...... 24 fr.

GUIBOURT et PLANCHON. **Histoire naturelle des drogues simples.** *Septième édition.* 4 forts vol. in-8, avec 1078 figures...... 36 fr.

HÉRAUD. **Jeux et récréations scientifiques**, applications usuelles des mathématiques, de la physique, de la chimie et de l'histoire naturelle. 1 vol. in-18 jésus de 700 pages avec 150 figures...... 6 fr.

— **Nouveau dictionnaire des plantes médicinales.** *Deuxième édition.* 1 vol. in-18 jésus avec 280 figures. Cart...... 6 fr.

— **Les secrets de la science et de l'industrie.** Recettes, formules et procédés d'une utilité générale et d'une application journalière, 1 vol. in-18 jésus, x-400 pages, avec 205 figures. Cart. (*Bibl. des connaissances utiles*)...... 4 fr.

— **Les secrets de l'économie domestique** à la ville et à la campagne. Recettes, formules et procédés d'une utilité générale et d'une application journalière. 1 vol. in-16, avec 180 figures. Cartonné (*Bibl. des connaissances utiles*)...... 4 fr.

JUNGFLEISCH. **Manipulations de chimie.** Guide pour les travaux pratiques, par E. Jungfleisch, professeur à l'École de pharmacie. 1 vol. in-8 de 1000 pages, avec 500 figures. Cart...... 27 fr.

MACÉ (E.). **Traité pratique de Bactériologie**, par E. Macé, agrégé d'histoire naturelle à la Faculté de médecine de Nancy. 1 vol. in-16, de 714 pages, avec 173 figures. 8 fr

SICARD (H.). **Éléments de zoologie.** 1 v. in-8 de xvi-842 p., avec 758 fig. cart. 20 fr.

WUNDT, MONOYER et IMBERT. **Traité élémentaire de physique médicale.** *Deuxième édition.* 1 vol. in-8, 706 p. avec 396 fig. et 1 pl. chromolithographiée. 12 fr.

ANATOMIE, HISTOLOGIE ET PHYSIOLOGIE

ANGER. **Nouveaux éléments d'anatomie chirurgicale**, par Benjamin Anger, chirurgien des hôpitaux, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris. 1 vol. in-8 de 1055 pages, avec 1079 figures et atlas in-4 de 12 planches coloriées...... 40 fr.

BALFOUR (F.). **Traité d'embryologie et d'organogénie comparées.** 2 volumes in-8, ensemble 1351 pages avec 740 figures...... 30 fr.

BEAUNIS. **Nouveaux éléments de physiologie humaine**, par H. Beaunis, professeur de physiologie à la Faculté de médecine de Nancy. *Troisième édition.* 2 vol. in-8 avec 650 figures. Cartonnés...... 25 fr.

Envoi franco par la poste contre un mandat.

NOUVEAUX ÉLÉMENTS

D'HYGIÈNE

PRINCIPAUX TRAVAUX DU MÊME AUTEUR

HYGIÈNE ET ÉTIOLOGIE

Du typhus à rechutes. Épidémie observée au pénitencier d'Aïn-el-Bey, province de Constantine (*Archiv. gén. de médecine*, 6e série, IX-X, 1867).

Recherches sur la fièvre typhoïde en Algérie. En collaboration avec A. Kelsch (*Rec. de mém. de méd. milit.*, 3e série, XX, 1868).

Origines et affinités du typhus, d'après l'épidémie algérienne de 1868 (*Gazette médicale de Paris*, 1869-1870. Et tirage à part : J.-B. Baillière et fils. Paris, 1869).

Alimentation et régime du soldat (*Annales d'Hyg. publ. et de méd. légale*, 2e série, XXXV, 1871).

Des fièvres climatiques et de l'élément climatique dans les fièvres de malaria (*Archiv. gén. de méd.*, 6e série, XXIII, 1874).

Causes et nature du scorbut (*Gazette méd. de Paris*, 1874).

L'Eau de boisson, considérée comme véhicule des miasmes et des virus (*Gazette méd. de Paris*, 1874).

Considérations sur le degré d'aptitude physique du recrutement de l'École spéciale militaire (*Rec. de mém. de méd. milit.*, 3e série, XXXI et XXXII, 1875-1876).

L'Hygiène rurale dans ses rapports avec le cantonnement des troupes (*Gazette méd. de Paris*, 1876).

Conditions de salubrité des ateliers de gazage dans les filatures de coton (*Annal. d'Hygiène*, 3e série, I, 1879).

Assainissement de l'industrie de la céruse (*Bull. de la Société industrielle du Nord*, 1879).

Sur la vulgarisation de l'usage du bain (*Annal. d'Hygiène*, 3e série, III, 1880).

Sur un projet d'hôpital maritime dans le département du Nord (*Bull. médic. du Nord*, 1880).

Les controverses récentes au sujet de l'assainissement des villes (*Ann. d'hyg. publ.*, VIII, 1882).

Étiologie et prophylaxie de la fièvre typhoïde (*Congrès internat. d'hyg. à Genève*, 1882).

La fabrication du bleu d'outremer (*Ann. d'hyg. publ.*, XII, 1884).

L'épuration des eaux de l'Espierre (*Revue d'hyg.*, VII, 1885).

L'eau et les bactéries (*Ibid.*, IX, 1887).

Articles : **Eau, Égouts, Famine, France** (Climatologie, Pathologie), **Pellagre, Typhoïde** (Fièvre) : Étiologie), **Villes**, du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*.

10129-87. — Corbeil. Imprimerie Crété.

NOUVEAUX ÉLÉMENTS

D'HYGIÈNE

PAR

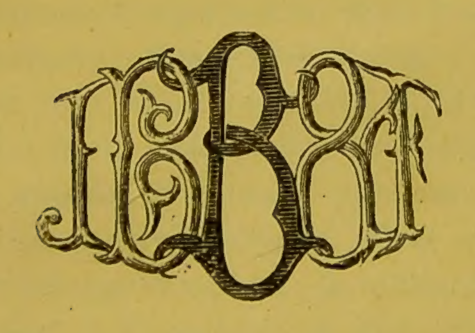
JULES ARNOULD

MÉDECIN-INSPECTEUR DE L'ARMÉE
PROFESSEUR D'HYGIÈNE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE LILLE
MEMBRE CORRESPONDANT DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

DEUXIÈME ÉDITION

MISE AU COURANT DE LA SCIENCE

Avec 272 figures dans le texte.

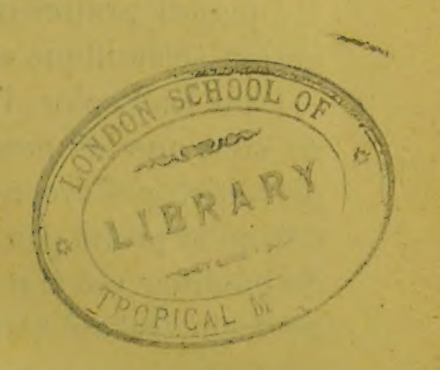


PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

19, rue Hautefeuille, près du boulevard Saint-Germain

1889



PRÉFACE

La première édition de ce livre a rencontré l'accueil le plus flatteur dans les sphères diverses, aujourd'hui nombreuses, où l'hygiène est en honneur. La meilleure part de ce succès revient à la faveur légitime dans laquelle sont présentement ces études. L'auteur y trouve néanmoins la compensation la plus précieuse qu'il pût espérer à ses efforts. Il devait à la grande bienveillance du public d'accentuer, dans cette deuxième édition, ce que l'on avait regardé comme des mérites dans la première, de faire disparaître certaines faiblesses, et surtout d'introduire les faits nouvellement acquis par cette science humanitaire, l'hygiène, si vivace et si brillamment représentée dans tous les pays. C'est ce que nous nous sommes efforcé d'atteindre.

Dès le premier jour, mon but a été d'offrir aux étudiants et aux jeunes médecins le cadre à peu près complet de l'hygiène, sous une forme abordable à toute personne d'une préparation scientifique moyenne. C'est dire que je me suis refusé, sur bien des points, les développements que la matière eût pu comporter, afin de ne laisser à l'écart aucun des objets sur lesquels il convenait d'appeler l'attention. Je reconnais, en particulier, que la partie consacrée à l'*Organisation* et à la *Législation sanitaire* n'a pas l'extension que lui vaudrait son importance; néanmoins cette lacune est atténuée par l'indication, plus ou moins explicite, dans le corps de l'ouvrage, des principales dispositions législatives à côté de l'objet même qui les a motivées. D'ailleurs, chez le médecin, l'appréciation médicale des situations qui intéressent l'hygiène précède naturellement le recours aux mesures légales de protection. J'espère avoir rassemblé ici, pour

Le plan de cette deuxième édition est essentiellement le même que celui de la première. On a seulement ajouté un chapitre : *Des organismes inférieurs*, qui s'imposait par l'importance et l'éclat des recherches contemporaines. Le chapitre *Eau* existait dans l'ancienne édition, mais disloqué et réparti sur trois autres; on a cru plus avantageux de réunir en une seule monographie tout ce qui se rapporte à ce sujet capital. Enfin, l'introduction de l'article consacré au *Groupe pénitentiaire* n'est que la réparation d'un oubli.

La nécessité de ne pas exagérer les dimensions du volume nous a décidé à limiter notre *bibliographie* aux travaux parus dans ces huit ou dix dernières années. Encore n'avons-nous indiqué que ceux qui suffisent à représenter l'état de chaque question. Dans quelques cas, nous avons cependant fait un rappel de documents anciens, qui sont comme une date dans l'histoire de l'hygiène, et qui resteront toujours *à consulter*. Nous exprimons ici notre reconnaissance aux auteurs des uns et des autres pour les lumières qu'ils nous ont fournies.

JULES ARNOULD.

Lille, 15 décembre 1888.

ERRATA

—

Quelques fautes nous ont échappé, soit dans la rédaction du manuscrit, soit à la revision des épreuves. La plupart sont de celles que le lecteur corrige de lui-même. Nous nous bornons à rectifier les suivantes, qui pourraient entraîner une erreur de quelque gravité.

Page 433, ligne 14, *au lieu de :* G. Colin, *lisez :* P. Mégnin.

Page 994, ligne 13, *au lieu de :* à la fabrication, à l'étamage et à la soudure, *lisez :* à la fabrication, et à 1 p. 100 de plomb au maximum l'alliage destiné à l'étamage e à la soudure...

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

DEUXIÈME PARTIE

HYGIÈNE SPÉCIALE.

TROISIÈME PARTIE

ORGANISATION DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE.

FIN DE LA TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES.

NOUVEAUX ÉLÉMENTS

D'HYGIÈNE

INTRODUCTION

CARACTÈRES ET PORTÉE DE L'HYGIÈNE.

Définition. — Le mot Hygiène, dans le temps actuel, a quelque peu dévié de son sens littéral et primitif. Comme l'indique l'étymologie (Ὑγιής, *sain*; ὑγιεινὸς, *salubre; τὰ ὑγιεινά*, les *choses salubres*, les préceptes de l'hygiène), les anciens l'entendaient d'un *état* qui était toujours bon et de conditions avantageuses qu'il n'y avait qu'à démêler et à choisir au milieu d'un vaste ensemble, comportant à la fois des circonstances favorables et d'autres nuisibles. On dit encore vulgairement d'une maison, d'une ville, que « l'hygiène y règne ou en est absente » ; et c'est par abus de langage qu'on distingue une *bonne* et une *mauvaise* hygiène; distinction, du reste, que l'on applique aussi à la santé.

Jusqu'au commencement de ce siècle, le choix des conditions naturelles les plus heureuses a constitué la meilleure part du domaine de l'hygiène ; les grandes créations d'assainissement ne faisaient, pour ainsi dire, que les copier. A mesure que se développaient les sciences physiques et naturelles et avec elles la médecine, on s'est habitué à analyser l'influence des agents extérieurs sur l'homme et à étudier la modalité des phénomènes physiques ou même biologiques, mais s'accomplissant toujours en dehors de lui, qui paraissent l'impressionner d'une façon utile ou nuisible, déterminer son état de santé ou de maladie. On en a conclu à de certains *actes*, par lesquels l'homme tente de régler au mieux des intérêts de sa propre conservation le mode des phénomènes extérieurs ; à de certaines pratiques, au moyen desquelles il atténue ou élude l'influence des milieux qui l'entourent et le pénètrent, lorsque celle-ci devient compromettante pour la vitalité de l'individu ou de l'espèce. Aussi les Allemands substituent-ils parfois la périphrase : « soin de la santé » (*Gesundheitspflege*) à la vieille expression galénique, *hygiène*, que nous conservons ici, parce que le sens des mots suit toujours les modifications du caractère des choses.

Il ressort de là que l'hygiène se sépare absolument des sciences physiques et naturelles, tout en paraissant embrasser les mêmes objets. Les

premières, en effet, étudient le sol, l'air, l'eau, les êtres vivants, pour eux-mêmes ou au point de vue économique, industriel, etc.; l'hygiène ne les envisage que comme modificateurs possibles de la vitalité humaine. Elle se distingue, du reste, également de la physiologie, de la pathologie et de toute autre branche de la médecine, en ce que le champ de son étude est essentiellement *extérieur;* tandis que les sciences médicales, ses sœurs, poursuivent par-dessus tout les phénomènes *internes*. En d'autres termes, elle est autonome. Aussi croyons-nous pouvoir la définir : *la science des rapports sanitaires de l'homme avec le monde extérieur et des moyens de faire contribuer ces rapports à la viabilité de l'individu et de l'espèce.*

Cette science n'est pas faite, sans doute; mais elle a un bon commencement et, depuis une dizaine d'années, on aperçoit si clairement un certain nombre des rapports qu'elle recherche, que ces rapports vont devenir des formules invariables, des lois. Quelle est, d'ailleurs, la science qui n'ait plus rien à découvrir?

Phases historiques de l'hygiène. — L'hygiène, soit comme ensemble de connaissances, soit sous forme d'actes protecteurs, a toujours suivi la marche de la civilisation dans les familles humaines; elle en a traduit les oscillations et le caractère.

En outre de l'aspect signalé au début, elle a été *nationale*, ou plutôt *particulariste*, dans les sociétés antiques, qui vivaient d'égoïsme. Le bien-être et même la vie des individus étaient souvent sacrifiés à l'intérêt social. L'ygiène des Juifs et celle des Spartiates sont marquées de cette empreinte jusqu'à la cruauté. Sparte honorait la frugalité et avait raison, encore que cette vertu puisse ne pas aller jusqu'au *brouet noir;* mais elle interdisait a chaussure aux jeunes gens, le bain chaud aux hommes, réduisait la femme au rôle de fabrique de guerriers et exterminait odieusement les faibles. Chez les Juifs, la circoncision était un acte de culte et un symbole de consécration plutôt qu'une pratique d'hygiène; à vrai dire, il est imprudent de la présenter comme une mesure de salubrité, car l'utilité en est contestable, tandis que les dangers en sont évidents. Moïse interdisait la viande de porc et celle de quelques autres animaux (*Deutéronome*, chap. XIV), en alléguant des motifs d'histoire naturelle, sur lesquels la malignité de Voltaire n'a pas eu de peine à s'exercer. Il y avait, sans doute, au fond, des raisons plus sérieuses, par exemple le parasitisme (cysticerques, trichine?) auquel le porc est sujet; il n'en reste pas moins que la prophylaxie par simple prohibition est médiocre, et qu'il eût été plus sage de ne pas fermer aux pauvres gens une source puissante de matière azotée, alors qu'il suffisait de prescrire la propreté dans l'élevage des animaux et la cuisson parfaite des viandes. En réalité, il ne s'agissait là, apparemment, que d'une de ces précautions ingénieuses, sur lesquelles renchérirent plus tard les pharisiens (*isoleurs*), prises en vue d'empêcher à jamais la fusion du peuple juif avec les nations voisines. Dans le même ordre d'idées, l'hygiéniste théocratique défendait au peuple élu de manger d'une bête morte, mais recommandait d'en donner ou même d'en vendre la chair aux étrangers de

passage. Quant à la prophylaxie des maladies contagieuses, on n'a pas imaginé de quarantaine aussi vexatoire que celle qu'il imposait aux lépreux. Dans d'autres cas, il faisait massacrer les malades ou même ceux qui étaient soupçonnés de l'être, comme il arriva des filles Madianites, à Sittim, et de leurs amants. La tradition de cette désinfection radicale s'est heureusement perdue.

Athènes, la ville des arts, des lettres et du beau langage, amoureuse de la forme et idolâtre de la beauté, déroge notablement aux rudes habitudes de l'ancien monde. Elle eut la *palestrique* et l'*oplomachie* pour les hommes; mais elle réservait aux femmes l'*emmélie* gracieuse, ouvrait ses jardins aux infirmes et accordait aux esclaves les *cynosages*. La voirie y laissait pourtant à désirer et peut-être l'habitation; il n'y avait ni latrines publiques ni égouts (Hermann Baas). Ces circonstances ont pu ne pas être indifférentes dans l'intensité effroyable de la peste de Thucydide (425 av. J.-C.), que l'on combattit d'ailleurs surtout par des prières publiques et des processions. On ne saurait oublier, pourtant, que la Grèce a produit l'auteur du livre *De l'air, des eaux et des lieux*, Hippocrate, ou les hommes que ce nom résume et qui avaient déjà entrevu la vaste triade sur laquelle reposent l'hygiène et l'étiologie.

L'ancienne civilisation Indoue ne resta pas étrangère aux études ni aux institutions sanitaires. Le roi Pyiadasi, contemporain d'Antiochus II, deux siècles et demi avant notre ère, créait des hôpitaux et une organisation d'assistance publique. Il y avait une médecine et une hygiène des camps, nécessairement relevées de pratiques religieuses et d'astrologie. L'usage du bain était habituel; il ne lui manquait que de ne pas être, dans certaines circonstances, une prescription sacrée. Un voyageur du septième siècle rapporte que « les bouchers, les pêcheurs, les comédiens, les bourreaux et ceux qui enlèvent les ordures », étaient relégués en dehors des villes et villages. Suçruta poussa loin les études d'hygiène alimentaire. Malheureusement, le boudhisme devait faire verser dans le *végétarianisme* ce peuple immense de l'Inde, aujourd'hui bien tombé et qui semble être une preuve qu'il est utile à l'homme d'introduire dans son régime la chair des animaux.

Rome, fille de brigands, qui ne se distinguait d'abord que par une gymnastique guerrière et barbare, prit l'hygiène aux Grecs et les dépassa de beaucoup, sous le rapport des créations d'utilité publique. Ses rues dallées, ses vastes égouts, ses aqueducs, ses thermes, son énorme approvisionnement d'eau, son organisation d'hygiène municipale, surtout en ce qui concerne l'alimentation des habitants de l'immense ville, ont trop mis en relief l'orgueil et la richesse des grands personnages en même temps que l'avilissement du peuple. Cependant, il y avait là des enseignements d'assainissement urbain qui ne devaient pas être perdus.

Cette grande civilisation allait s'écrouler sous la double invasion des barbares et du christianisme. L'hygiène parut sombrer avec elle, et l'humanité entra pour quelques siècles dans une phase d'engourdissement qui fait songer à l'état de chrysalide par lequel passent certains insectes. L'Église prêchait le renoncement aux biens terrestres, dont la santé fait partie;

condamnait les bains, dont les payens avaient effectivement mal usé, et sanctifiait la malpropreté volontaire. Elle ouvrait, sans doute, des asiles et des hôpitaux; mais sans souci de l'hygiène intérieure et uniquement pour cloîtrer la misère et la souffrance, comme on se cloîtrait partout et jusque dans le château féodal. Ce furent les grands jours des *feux* sacrés, de la famine, de la lèpre, du typhus probablement et de la peste, et aussi de ces folies lubriques des processions de femmes demi-nues, de *flagellants* et autres, qui cherchaient à éloigner les fléaux à la façon des bacchantes du temps de Thucydide. Dieu et le diable résumaient toute l'étiologie, avec quelques conjonctions d'astres sur lesquelles ceux qui en parlaient étaient tout aussi renseignés que sur les génies du bien ou du mal.

Cependant l'homme se fatigue, à la fin, de regarder dans le vide, et il fallut bien qu'un jour, sous les coups successifs de la lèpre, de la peste noire, de la syphilis, les gouvernements et les peuples se décidassent à se défendre par des moyens terrestres. On commença par isoler les lépreux; les rois lombards, au septième siècle, leur interdirent le mariage. Le roi Dagobert, en 630, frappait d'amende la souillure des puits, et Charlemagne réglementait le commerce des denrées alimentaires, qui a toujours attiré les voleurs. L'empereur Frédéric II, en 1224, était obligé de nouveau de protéger l'alimentation publique et l'intégrité des milieux. La peste noire fut l'occasion de la création, à Venise, des *provéditeurs de santé* (1348) et de la pratique des quarantaines, à Milan, Reggio, Majorque. Les papes, tout au long du moyen âge, avaient multiplié les ordonnances et les mesures de police concernant la prostitution, dont ils percevaient d'ailleurs la taxe, absolument comme les empereurs de Rome. On conçoit que ce fut un redoublement de réglementation, à l'époque où la syphilis manifesta sa réviviscence aiguë de la fin du quinzième siècle. L'arrêté du Parlement de Paris, du 6 mars 1496 est resté célèbre; aux termes de cet arrêté, les malades (syphilitiques) étrangers à la ville devaient en sortir dans les vingt-quatre heures, sous peine d'être pendus, et se rendre soit dans leur pays natal, soit *où bon leur semblerait*. L'hygiène municipale aussi était particulariste; on protégeait sa ville, mais l'on dispersait volontiers les fléaux sur les voisins. Maximilien Ier, Jacques IV d'Angleterre, le pape Alexandre VI, poursuivaient, de leur côté, la même prophylaxie.

Néanmoins les villes restaient matériellement encombrées, étouffant dans leurs murailles, avec des rues tortueuses, sans pavé (Francfort eut la première rue pavée en 1399), étroites et sombres, chargées des excrétions des hommes et des animaux. Des ruelles ignobles, entre les maisons, recevaient les ordures ménagères et d'autres immondices. L'eau était fournie par de rares fontaines et par des puits; on ne connut pas le savon avant l'an 1000, et l'on fut plus longtemps à apprendre à se servir de mouchoirs de poche. A Paris, en 1533, on dut encore prescrire sous peine d'amende l'installation de cabinets d'aisances dans les habitations. Antérieurement, on avait usé de la rue et des ruelles et, jusqu'au dix-huitième siècle, on vit les soldats et les bourgeois s'aligner le long des maisons pour uriner. Cette coutume n'est pas encore déracinée en province.

Au commencement du dix-huitième siècle, lady Montague (1721) rapportait d'Orient en Europe l'*inoculation* variolique; Ramazzini (1701) écrivait son traité *De morbis artificum;* Frédéric Hoffmann (1715), John Howard, Pringle, Hufeland, Gardanne, Tissot, le statisticien J.-P. Süssmilch, inscrivaient à des titres divers leur nom parmi les promoteurs de l'hygiène moderne. La *Société royale de médecine* se fondait, à Paris, en 1776, et Jean-Pierre Frank publiait (1778) son « plan d'une organisation de police sanitaire complète » (*System einer vollständigen medicinischen Polizey*), que les Allemands regardent, avec raison, comme une date historique.

C'étaient là des précurseurs, hommes éclairés, qui participaient à la préparation du grand mouvement humanitaire sur le point de s'accomplir, et dont la voix en d'autres temps n'eût peut-être pas eu beaucoup d'écho. Mais la Révolution française éclata sur le monde. C'en était fait de l'arbitraire, des familles privilégiées, des castes dirigeantes, des aumônes du couvent et des largesses royales ou patriciennes, qui avaient fait payer quelque élégance extérieure et quelques générosités de surface par une misère parfaite dans les couches profondes du peuple. Désormais il n'y avait plus seulement une nation personnifiée dans son chef et des institutions sociales abstraites; chaque membre de ce grand corps recouvrait une individualité, devenait un citoyen et, comme tel, acquérait des droits égaux à ceux de toute autre personne dans l'unité nationale. Parmi les « droits de l'homme » il était clair que le *droit à la santé* s'inscrivait de lui-même, et désormais l'hygiène devenait *individuelle*, *humaine;* elle reposait sur le respect dû à la dignité de l'homme libre et sur la reconnaissance de sa valeur, véritable capital d'intelligence et de travail. Il n'est pas besoin de dire ici qu'aucun peuple n'a échappé à ces principes nouveaux qui, au fond, n'étaient que la vérité retenue prisonnière jusque-là, et que l'essor des institutions dirigées vers le bien-être et la santé publics a eu ce point de départ, même chez les nations qui ne s'en doutent pas ou n'en conviennent point.

Nous ne serions pas surpris que l'Angleterre, dont les créations d'hygiène ont commencé le grand mouvement qui se continue aujourd'hui sur le continent, ait cédé d'abord à cette impulsion, tout en comprenant la dignité individuelle et la valeur de la vie humaine suivant ses habitudes utilitaires. C'est l'intérêt des pauvres et celui des ouvriers qui a décidé le pouvoir central à faire, en 1834, par la création des *Commissaires de la loi des pauvres*, la première brèche au *selfgovernment* municipal; à multiplier, depuis 1844, les lois relatives aux constructions, aux bains et lavoirs publics, à l'approvisionnement d'eau des villes, à l'assainissement urbain; à fonder le *Registrar general* sous la direction de W. Farr; enfin, à promulguer la première loi sanitaire (*public health Act* 1848) et à créer le *general Board of health* ou Administration sanitaire gouvernementale, à la tête de laquelle fut longtemps Edwin Chadwick, l'homme du monde qui a le plus énergiquement donné à l'hygiène le caractère d'une science économique et sociale. Cette direction centrale, que ses administrés trouvaient un peu rude, a disparu et fait place, en 1871, au *local Government Board*,

dont nous reparlerons. Mais le caractère de l'hygiène anglaise n'a pas changé.

En France, la première République et l'Empire, qui la renversa, furent trop agités au dedans et au dehors pour procéder aux réalisations d'hygiène qu'exigeait l'ère nouvelle. Portons cependant à l'avoir du régime impérial le décret du 15 octobre 1810 sur les *Établissements insalubres, dangereux ou incommodes*. Il est assez remarquable que, dès cette époque, contrairement à ce qui se passait en Angleterre, un certain nombre de communes françaises prévenaient et suppléaient l'organisation sanitaire centrale. Paris eut son *Conseil de salubrité* dès 1802. Lyon, Marseille, Lille, Nantes, Troyes, Rouen, Bordeaux, ne tardèrent pas à imiter la métropole. Il y eut même, en 1822, une tentative de centralisation par la création d'un *Conseil supérieur de santé*, rattaché au ministère de l'intérieur, en même temps que l'on organisait les Intendances et les commissions sanitaires pour le littoral (loi du 3-9 mars 1822). Lorsque, en 1848, le peuple rappela au pouvoir, qui s'efforçait de les oublier, les conquêtes de la Révolution, il y eut un effort considérable vers une organisation définitive de l'hygiène publique en France. Le caractère du *Comité consultatif d'hygiène publique* (10 août 1848) et celui des *Conseils d'hygiène et de salubrité* (18 décembre 1848) ne furent pas absolument ce qu'eût voulu Royer-Collard, dont les vues très libérales et très pratiques semblèrent trop larges à de certains esprits. Néanmoins, c'était un grand pas de fait et, vraisemblablement, les institutions existantes pourront atteindre à de grands résultats, lorsqu'elles auront la cohésion nécessaire et qu'elles seront doublées d'agents d'exécution spéciaux, avec une *direction médicale* à leur tête.

Il n'est que juste de reconnaître la part qu'ont prise au développement de l'hygiène, scientifique ou pratique, par la parole ou par le livre, nos illustres devanciers : Hallé, Desgenettes, Parent-Duchâtelet, Rostan, Londe, Michel Lévy, Tardieu, Bouchardat. D'autres, heureusement, sont encore sur la brèche.

Nos contemporains ont adopté, pour l'hygiène et d'autres spécialités, un procédé qui n'a pas peu contribué à provoquer un vaste mouvement, à vulgariser les notions utiles et à y intéresser le public, à savoir, les *Congrès* nationaux et internationaux, habituellement accompagnés d'une *Exposition*, qui matérialise les préceptes. D'ailleurs, l'expansion moderne de toutes les sciences physiques et naturelles a bénéficié à l'hygiène ; la physique, la chimie, la physiologie, lui ont rendu tant de services qu'elles ont semblé parfois l'absorber ; aujourd'hui, c'est le tour d'une science encore jeune, mais déjà riche de faits, la *bactériologie*. Mais l'absorption de l'hygiène n'est pas à redouter ; s'il arrivait que quelqu'un l'identifiât avec l'une des sciences qui ne sont que ses moyens, l'hygiène romprait d'elle-même ce cercle étroit, par la complexité des études qu'elle embrasse.

Nous retrouvons encore, à l'époque actuelle, en France, l'initiative municipale complétant le mécanisme administratif de l'hygiène publique par l'atcion des *bureaux d'hygiène* (le Havre, Nancy, Reims, Amiens, etc·), imités de ceux de Turin et de Bruxelles. L'autonomie municipale, sur le

terrain de l'assainissement urbain, n'a d'inconvénients que quand on en profite pour ne rien faire.

En fin de compte, l'Europe entière et le Nouveau-Monde sont entrés dans la même voie. Il est même des nationalités jeunes, ou récemment sorties d'un long sommeil, qui d'emblée ont fait mieux que la France et que l'Angleterre, tant au point de vue de l'organisation sanitaire que sous le rapport des grands travaux d'hygiène publique. Nous n'avons pas de peine à le reconnaître et ne trouvons pas mauvais qu'elles s'en vantent. Il est plus difficile de remettre sur pied un vieil outillage, et surtout de le remplacer, que d'en installer un tout neuf, là où il n'y avait rien et que l'on peut profiter des écoles des autres. Le mal ne commencerait que le jour où nous prendrions notre parti d'être devancés par l'étranger. Mais ce jour ne se lèvera pas; le peuple qui a toujours été à la tête de la civilisation peut mesurer sans faiblesse la distance qu'il faut regagner et marcher avec confiance vers l'avenir nouveau.

L'Allemagne unifiée, montrant avec un légitime orgueil les travaux d'assainissement de Berlin, Danzig, Breslau, Francfort-sur-Mein, poursuit l'évolution de son organisation sanitaire sous la surveillance de l'Office impérial de santé (*Reichsgesundheitsamt*), créé en 1875. Elle a passé comme une grande revue de ses forces, dans ce cadre pacifique, à l'Exposition de Berlin (1883). Les États-Unis d'Amérique, où les bureaux sanitaires d'États (*State Board of health*) ont déjà une remarquable activité, se sont donné un organe central d'administration sanitaire, le *National Board of health* (3 mars 1879). Le gouvernement italien vient de créer (juin 1887) la première *direction de la police sanitaire* d'un grand État et l'a confiée à un professeur d'hygiène, L. Pagliani (V. IIIe PARTIE. **Législation sanitaire**).

Dans l'ordre de l'enseignement et des recherches, l'Allemagne a carrément mis l'hygiène sur le même pied que les autres sciences médicales en lui élevant des *Instituts* dans ses universités (Munich avec Pettenkofer; Berlin avec R. Koch; Gœttingen — aujourd'hui Breslau — et C. Flügge; Rostock et J. Uffelmann, etc.). C'est là un levier d'une extrême puissance. Nous ne manquons pas, en France, d'établissements et de laboratoires dans lesquels on poursuit de fructueuses recherches d'hygiène, à des titres divers. Mais ces moyens sont un peu épars, ces foyers presque étrangers l'un à l'autre et n'obéissant pas à la même pensée. Le jour est prochain, sans doute, où l'Université de France, quoique gardienne des traditions, accomplira aussi ce progrès, d'outiller les chaires d'hygiène pour des travaux pratiques.

Les maladies évitables. — John Simon, en 1858, relevant la mortalité de 623 districts d'Angleterre et du pays de Galles, constatait une mortalité moyenne de 22.4 p. 1000; mais remarquait que, dans 54 d'entre eux, la proportion obituaire n'était que de 15 à 17 p. 1000. Or, à cette date, si tous les individus n'avaient succombé qu'à la vieillesse, soit à l'âge de quatre-vingts ans, la mortalité n'eût été que de 12.5 p. 1000. La différence a donc été fournie : 1° par des *maladies évitables*, celles qui ont porté de 15

ou 17 à 22.4 ou au delà la mortalité de la plupart des districts; 2° par des *maladies inévitables*, celles qui ont fait que les districts favorisés ont eu cependant 15 à 17 décès p. 1000, au lieu de 12.5. L'honorable *Medical Officer* range parmi ces maladies, non évitables : les malformations, la faiblesse native, les accidents, les maladies contagieuses des enfants, les maladies de misère et celles qui proviennent de l'hérédité.

Or, à coup sûr, il en est déjà beaucoup, parmi celles auxquelles John Simon se résigne si bénévolement, qui sont parfaitement évitables : les maladies contagieuses des enfants ne diffèrent pas sous ce rapport des contagieuses des adultes, qui sont précisément très évitables par la désinfection et l'isolement. Quant à la faiblesse native, les malformations, elles se confondent avec l'hérédité, si l'on veut bien se souvenir qu'un générateur malade ne lègue pas toujours à sa descendance exactement la même forme morbide qui avait été sa caractéristique pathologique; il y a des transformations, quelquefois très inattendues. Mais, outre que l'hérédité ne s'exerce pas toujours fatalement et que nous disposons de moyens propres à lutter contre les tendances morbides, nous pouvons couper court à l'hérédité dès le début, en empêchant l'héritage funeste de se constituer.

Que nous arrivions à déraciner la syphilis et l'alcoolisme, maladies essentiellement évitables, et il est probable que beaucoup de difformités et de maladies nerveuses disparaîtront, qui n'étaient que du transformisme héréditaire. L'hygiène ne prétend pas donner à tous l'abondance et les loisirs; mais elle cherche la meilleure réglementation du travail, la protection des ouvriers, l'intégrité des substances alimentaires; elle entend que l'air et le soleil pénètrent dans l'atelier, dans l'habitation du plus pauvre; que les immondices en soient éloignées exactement et sans retard; qu'il n'y entre qu'une eau sans soupçon. Plus elle approchera du but, plus rares se feront aussi les *accidents* et les *maladies de misère*, le lymphatisme, le rachitisme, la scrofule, l'anémie, les dégérescences.

Ces réflexions s'appliquent encore pour une part à la *scrofule*, même lorsqu'elle n'est autre qu'une tuberculose réelle, et à la *tuberculose* elle-même, le plus meurtrier de tous les fléaux, puisqu'elle entraîne, rien que par phthisie pulmonaire, pour 100,000 habitants, 216 décès à Londres, 326 à Berlin, 360 à Bruxelles, 422 à Paris, 425 à Lille, 695 à Vienne, 776 à Budapest. Naguère, on pouvait encore supposer que la phthisie est l'aboutissant banal de toutes les causes de dépression, mauvais air, mauvais aliments, excès divers, chagrins, tellement on la voit moissonner dans les groupes sur qui ces plaies existent en permanence. Aujourd'hui, la tuberculose est une maladie parasitaire avérée et ne se propage que par infection ; mais alors, comme les germes en sont excessivement répandus et flottent dans l'air pour tout le monde, si ces germes se développent particulièrement chez les misérables, c'est que les causes banales, sans créer la tuberculose, lui sont une merveilleuse préparation. Or, l'hygiène a prise sur ces causes et reste, par conséquent, une sauvegarde, au moins relative, contre la phthisie. N'est-ce point ainsi que s'explique la diminution de la fréquence de la tuberculose à la suite du drainage du sol des lieux habités,

constatée par Bowditch, en Amérique, et par G. Buchanan, en Angleterre?

Du reste, vis-à-vis des maladies infectieuses, dont la tuberculose fait partie, il y a des défenses plus positives que la soustraction du terrain aux germes, opération souvent difficile. De nos jours, on dispose de l'*isolement* des malades, de la *désinfection* et de quelques *vaccins*. Les deux premiers moyens sont applicables à la tuberculose.

Les *maladies infectieuses* qui, non compris la précédente, causent moyennement 5 décès pour 1000 vivants chez la plupart des nations européennes, sont celles que l'on regarde comme le plus essentiellement évitables. C'est sur leur domaine, dans tous les cas, que se rencontrent les efforts de l'hygiène en faveur de l'homme, et son action sur les milieux extérieurs.

A l'heure qu'il est, *infectieuses* et *parasitaires* sont des termes peu éloignés d'être synonymes, bien qu'il règne encore une profonde obscurité à l'égard du parasite de la variole, de la rougeole, de la scarlatine, de la syphilis, de la rage. Aussi les distinctions classiques entre les *virus* et les *miasmes*, entre l'*infection* et la *contagion*, tendent-elles à perdre beaucoup de leur ancienne valeur, comme ne consacrant désormais guère plus que des vues de l'esprit. Les organismes inférieurs pathogènes ont de certaines lois communes et peuvent être classifiés, comme tous les êtres qui relèvent de l'histoire naturelle; mais leur individualité, qui fait précisément les maladies distinctes, a plus d'importance que les traits communs. Il n'y a pas deux espèces morbides qui suivent exactement les mêmes lois. Nous conserverons les trois classes suivantes, pour ne pas rompre encore avec le passé et jusqu'à plus ample information.

a. Les *contagieuses*, dont l'homme régénère le principe ou germe et qui sont directement transmissibles. Exemple, la variole.

b. Les *miasmatiques*, que l'homme subit, sans en régénérer le germe ni le transmettre (c'est déjà contesté). Type, la fièvre malariale.

c. Les *contagieuses-miasmatiques*, dont les germes se développent et se multiplient chez le malade, mais ne peuvent, d'ordinaire, contaminer les individus sains qu'indirectement et après avoir passé par un milieu extérieur. Ce groupe, aussi, devient de plus en plus discutable. On y rattachait la fièvre typhoïde et le choléra, qui paraissent assez souvent susceptibles de transmission directe.

Parmi les contagieuses, la *variole*, au siècle dernier, entraînait probablement 6 à 8 p. 100 de tous les décès (à Berlin et à Copenhague, 3 décès p. 1000 hab.) et aveuglait bon nombre des survivants. Or, c'est une maladie parfaitement évitable. L'individu, pour s'en protéger, a la vaccine et la revaccination; les sociétés ont la *vaccination obligatoire*, que l'Allemagne a promulguée et qu'elle applique avec une rigueur intelligente, alors que l'Angleterre ne sait pas s'en servir et que nos législateurs n'ont pas encore su nous la donner. Notre armée, où l'obligation existe et est prise au sérieux par les médecins militaires, n'a eu, en 1883 (la dernière année dont la statistique ait paru), que 371 cas de variole et 15 décès pour 456,000 présents, soit 0,03 décès p. 1000 hommes. Si nos soldats n'étaient assaillis par

les contages varioliques de la population civile environnante, qui, elle, n'est pas vaccinée et revaccinée avec la même exactitude, nul doute qu'ils ne fussent aussi indemnes que l'armée allemande où, pour les deux années 1880-1881, il n'y a eu que 30 cas de variole.

Contre la variole et aussi contre la *rougeole*, la *scarlatine*, la *diphtérie*, les groupes disposent encore de l'*isolement* des malades, des *hôpitaux spéciaux*, de la *désinfection* des locaux et des effets. Un jour peut-être, chez les nations civilisées, l'individu qui, par sa faute, aura été l'origine d'un foyer épidémique sera responsable et pourra être poursuivi judiciairement. Enfin, il n'est pas dit que l'on ne trouvera pas un vaccin, ou quelque chose d'approchant, pour d'autres contagieuses que la petite-vérole. Déjà, Pasteur diminue considérablement les cas de *rage* humaine à l'aide d'inoculations préservatrices, qui sont pourtant faites, parce qu'il s'agit de l'homme, dans des conditions défavorables, c'est-à-dire *après* l'introduction, chez les sujets, du virus même qu'il faut combattre.

D'autre part, et surtout vis-à-vis des maladies spécifiques des deux dernières classes, les études d'hygiène ont établi que le milieu naturel de conservation et de multiplication des germes, infectieux et autres, ce sont les *souillures* du sol, de l'eau, de l'air, des habitations : la *malpropreté* ou la *putridité*, ce qui revient à peu près au même. On a, avec raison, qualifié de « maladie de malpropreté » (*Filthdisease*, *Schmutzkrankheit*) la *fièvre typhoïde*, cette plaie de nos grandes villes et de l'âge auquel l'homme touche à son plus grand rendement en travail. Eh bien ! nous savons comment le sol, l'eau et l'air s'infectent, et il est en notre pouvoir, dans de grandes limites au moins, d'empêcher ce résultat, qui est toujours le fait de la présence de l'homme; de blinder, de drainer, d'assainir le sol ; de prendre l'eau de consommation à des sources pures et d'en abriter les conduites et les réservoirs; d'épargner à l'air des rues et des maisons, par l'éloignement immédiat des immondices, les émanations putrides; d'éviter l'encombrement, de prévenir le confinement de l'air. Là où l'on a pris ces précautions (Londres, Bruxelles, Berlin, Danzig, Francfort-sur-le-Mein, Munich), la fièvre typhoïde a baissé dans des proportions énormes.

Le *choléra* n'a pas reçu la même épithète que la fièvre typhoïde et la pathogénie en est encore indécise sur quelques points importants. Cependant, il a été évident pour tous que, dans la dernière épidémie (1884-1887), il visitait de préférence nos villes du Midi, trop indifférentes à l'intégrité des milieux, la Bretagne et la Vendée, qui partagent ces habitudes et, en Bretagne comme en Provence, les quartiers les plus sales, les plus encombrés, les plus négligés de chacune des villes atteintes. Nos hygiénistes officiels ont été absolument dans le vrai en condamnant d'abord les immeubles sordides, les fontaines souillées d'immondices, les collectionnements d'ordures, et en réclamant l'assainissement urbain comme prophylaxie contre le choléra à venir. Il n'est pas téméraire de soupçonner que certaines villes d'Italie et d'Espagne, très éprouvées par le fléau, sont en situation de profiter des mêmes leçons.

On ne perdra pas de vue que la propreté, l'objectif capital de l'hygiène,

prévient à la fois la souillure spécifique et la souillure banale; empêche que l'on sème les germes pathogènes sur le sol ou dans les eaux, tout comme elle lutte contre la putridité vulgaire. Vis-à-vis des souillures spécifiques, l'hygiène a mieux que l'abstention, qu'il serait difficile d'obtenir rigoureuse; elle poursuit les organismes infectieux eux-mêmes, et les tue ou les paralyse par les *antiseptiques* et les *désinfectants.*

On commence à entrevoir le moment où ces moyens, appliqués aux navires, aux objets transportés et même aux passagers, en les aidant de la la surveillance médicale continue et du temps d'observation nécessaire, permettront de réduire beaucoup, sinon de supprimer les incommodes *quarantaines* d'autrefois, vis-à-vis du choléra, dont la provenance est d'abord exotique, et vis-à-vis d'autres infectieuses affectant les mêmes allures (*peste*, *fièvre jaune*, etc.).

Les maladies des armées en campagne, jadis si meurtrières, sont entièrement susceptibles de la prophylaxie moderne. La démonstration en a déjà été faite d'une façon remarquable pour le *typhus exanthématique.* Ce fléau fournissait, en 1780, 5,000 malades aux hôpitaux de la marine anglaise; il mourait 1 homme sur 8 dans la flotte entière. En 1830-36, il n'y avait plus qu'un mort sur 72 hommes, et le typhus des vaisseaux est devenu une rareté. Or, ç'a été un résultat voulu ; il a suffi de veiller à la propreté des navires et à l'aération des locaux occupés par les matelots. Le typhus des camps avait également maltraité l'armée française et anglaise de Crimée, dans l'hiver de 1854-1855; il épargna la seconde pendant la formidable recrudescence de 1855-1856. Celle-ci s'était donné des logements de troupes et des ambulances conformes aux règles de l'hygiène. En 1870-71, l'armée allemande, où l'hygiène est dirigée par les médecins, sut ne pas avoir le typhus, bien qu'elle possédât des Silésiens et des Polonais dans ses rangs. Elle réalisa, d'ailleurs, ce phénomène sans exemple jusque-là, d'avoir, pour toute la guerre, deux fois moins de morts par les maladies que par le feu.

La mention des blessés de guerre amène naturellement à la pensée les *infections traumatiques*, infection purulente, pourriture d'hôpital, septicémies diverses, érysipèle, toutes complications évitables, naguère effroyablement meurtrières, aussi bien dans les hôpitaux urbains que dans les ambulances, et aujourd'hui évitées, grâce à l'*antisepsie chirurgicale*, d'une façon si complète qu'elles vont n'être plus qu'un souvenir. D'ailleurs, en appliquant cette antisepsie non seulement au blessé et au pansement, mais à l'opérateur, à ses aides, aux instruments et aux locaux, la chirurgie arrive à guérir ou à traiter avantageusement des affections auxquelles les maîtres d'autrefois n'osaient toucher et à inaugurer une médecine opératoire qui eût semblé un rêve à nos devanciers.

De la même manière ont été supprimées les *infections puerpérales.*

Pourtant la vie et la mort des animaux et des plantes accumulent une masse effroyable de substance usée, naturellement vouée à la décomposition. Celle-ci ne peut s'accomplir que par des oxydations rapides ou lentes, c'est-à-dire par des processus fort voisins de la fermentation et de la pu-

tréfaction, si ce n'est la putréfaction elle-même. Faut-il chercher un moyen de supprimer cette loi de la nature? Nullement; mais il importe d'en régler l'exécution. C'est d'abord le sol qui est le foyer normal de ces combustions organiques; il n'y a rien de mieux que d'en user. Mais il ne convient point que la portion de sol choisie pour cet effet supporte des abris humains, et il importe que le sol soit aidé dans son rôle d'épurateur par le drainage, par l'aération que donne la culture, par la réglementation dans l'apport des détritus, par l'utilisation de la matière organique morte à la nourriture d'arbres, de céréales, de plantes fourragères. De telle sorte que cette autre loi ressorte immédiatement et dans toute sa vérité : que rien ne se détruit, mais que tout se transforme.

A cette mesure, la *malaria*, qui prospère sur les sols abandonnés à leur activité propre, est une maladie évitable. On la réduit notablement en soustrayant l'eau à la putridité spéciale et spontanée du sol, à l'aide de canaux, du drainage systématique, des puits absorbants, des plantations d'arbres. C'est ainsi que l'Algérie est devenue habitable. En France même, l'assainissement de la Dombe, de la Sologne, des Landes, montre tous les jours que la chose est possible et comment il faut s'y prendre.

En dehors des maladies de la putridité, sont encore évitables toutes les *maladies d'alimentation*. Celles qui relèvent du parasitisme n'exigent que la diffusion des premières notions d'hygiène et une bonne police sanitaire sur le commerce des denrées, aidée de laboratoires municipaux d'analyse. L'étude et l'expérience ont suffisamment éclairé la question des viandes putréfiées, charbonneuses, trichinées, de la viande et du lait tuberculeux, pour que les autorités sanitaires instituent des mesures de protection. L'*ergotisme* se fait rare, grâce à la diminution des terrains semés en seigle, grâce à de meilleurs procédés de culture, à la facilité des transactions, qui permet de restreindre l'usage de cette céréale sous forme de pain. En France, au moins, on ne consomme guère que du blé et de la meilleure qualité. Il faut bien que des améliorations analogues, avec l'assainissement du sol et, peut-être, certaines modifications daus l'état social, parviennent à éteindre la *pellagre* dans ce beau pays de Lombardie qu'elle désole encore. Le *scorbut* est tout à fait à notre merci; on en connaît parfaitement l'origine et le remède, et il ne faut qu'un peu de surveillance et de jus de citron pour le prévenir. Sur 50,000 marins qui voyagent sous pavillon britannique, il n'y a plus que 3 ou 4 scorbutiques par an. Quant à la famine et aux désastres qui en dérivent, la prophylaxie en est faite de plusieurs éléments dont beaucoup échappent aux sciences médicales pures. Mais l'hygiène se montre ici comme un trait d'union entre les sciences biologiques et les sciences sociales; elle entrevoit la prophylaxie de la famine dans le développement de l'agriculture, dans l'exercice des libertés publiques, dans la liberté du commerce, dans l'acheminement des peuples vers la suppression de la guerre et l'effacement moral des familles qui font la guerre et s'élèvent par elle. Dans tous les cas, elle prescrit de ne point agglomérer les faméliques, sous peine de voir le typhus éclore dans la putridité multiforme qu'ils traînent avec eux.

Double caractère de l'hygiène. — Cette rapide revue des maladies évitables révèle la préoccupation capitale des hygiénistes contemporains : la lutte contre les *agents extérieurs* des maladies. Mais il est un côté par lequel il importe non moins de songer à l'homme lui-même, qui est le terrain de ces maladies.

Les agents infectieux sont très répandus; pour bien dire, ils nous pénètrent; ce que Verneuil a exprimé par le terme heureux de *microbisme latent.* Cependant, ils sont bien loin de réussir toujours; il faut une adaptation réciproque du germe et du terrain, une *prédisposition* de celui-ci. Même quand ils ont réussi à s'implanter chez l'individu et à provoquer une maladie, il arrive que, dans la lutte pour l'existence entre la cellule animale et le microorganisme pathogène, la première l'emporte ou succombe selon que l'événement l'a trouvée plus ou moins robuste.

Or, l'adaptation de l'individu et la débilité de la cellule animale sont liées à un même état d'infériorité vitale chez l'individu, état qu'il faut empêche de se produire et remplacer constamment par le plus large épanouissement possible de la vitalité humaine.

En poursuivant ce but, l'hygiène ne cesse pas de s'occuper des milieux extérieurs ; elle serre seulement de plus près leur action sur l'homme ; elle vise toujours à *conserver* la santé et, de plus, à l'*augmenter.* Il va sans dire que l'intégrité des milieux, qui était déjà le préservatif contre les germes nuisibles, est encore le tonique le plus sûr, à ce point de vue général. L'air qui sent mauvais, l'eau affadie par les matières organiques, la misère et le surmenage, n'engendrent pas la fièvre typhoïde ; mais ils allanguissent les fonctions et la vitalité du consommateur ; ils le disposent à la fièvre typhoïde et à beaucoup d'autres, dès que le germe se présentera. C'est donc faire de l'hygiène *positive*, que d'assurer aux groupes l'air pur, l'eau pure, une alimentation salubre et suffisante, un travail bien équilibré.

Mais, en outre, nous disposons de moyens scientifiquement institués de provoquer le développement des forces et de la résistance. C'est l'exercice méthodique, l'*entraînement*, la *gymnastique.* Nous dirons, en son lieu, ce qu'il faut entendre par ces mots. Dès maintenant, retenons la nécessité de l'hygiène active, qui est la meilleure manière de se défendre. Les anciens en avaient grand souci ; les Grecs ont été les maîtres de la gymnastique. Il est possible qu'elle n'ait été, pour ainsi dire, qu'un des modes du culte du beau, chez ce peuple idolâtre de la forme humaine. Soit; il ne serait nullement à regretter que nous revinssions à ce culte, décidément trop négligé à notre époque d'usines et de fabriques.

Division. — Les divisions introduites dans l'étude de l'hygiène ne valent que par la clarté qu'elles y apportent; il est des distinctions, peut-être logiques, qu'il faut sacrifier à ce but essentiel. Nous croyons, d'ailleurs, que la distinction en hygiène *privée* et hygiène *publique* repose, toute classique qu'elle soit, sur un simple abus du mot *privée.* En médecine, il n'y a que la clinique qui fasse du particularisme ; l'hygiène s'y prêterait certainement, mais en pratique et non dans un livre. En réalité, l'hygiène *privée* des au-

teurs traite du sol, de l'eau, de l'air, etc., et se trouve être l'hygiène de tout le monde, que nous préférons appeler *générale*. A la vérité, cette conception entraînait à séparer aussi le *sujet* et la *matière* de l'hygiène. Nous pensons qu'il faut laisser le sujet (l'homme) à la physiologie et ne particulariser qu'en faveur de certains *groupes* naturels, qui usent effectivement d'une façon spéciale des objets de l'hygiène commune.

A notre sens, cette vaste étude pourrait être fructueusement répartie en trois branches :

1° *Hygiène générale ;*

2° *Hygiène spéciale ;*

3° *Législation et police sanitaires.*

A. L'hygiène *générale* prend l'homme comme le résumé d'attributs absolument communs à tous les individus de l'espèce, et envisage les rapports nécessaires de cet être abstrait avec les agents ou milieux cosmiques qui peuvent influencer la santé, soit naturellement, soit par suite de la présence même de l'homme. Il est facile de voir que cette série de rapports est également *commune* et *fatale ;* tous les hommes la subissent et même la partagent avec le reste des êtres vivants, tandis que les rapports qui feront l'objet de l'hygiène spéciale sont *particuliers* et habituellement *libres*, impliquant des situations que l'homme seul est apte à se créer.

Ces rapports nécessaires comprennent les objets suivants, énoncés dans un ordre qui a paru naturel, mais qui pourrait être dérangé sans le moindre inconvénient :

1° Le SOL, ou *support commun ;*

2° L'EAU, *modificateur commun ;*

3° L'ATMOSPHÈRE, *milieu commun*, dans le sens le plus vulgaire du mot ;

4° Les ORGANISMES INFÉRIEURS, qui pénètrent tous les milieux ;

5° Les ABRIS, comprenant l'*habitation* et le *vêtement*, qui est un abri portatif ; tous deux, *modificateurs* communs à l'homme et aux animaux, quoique à des degrés différents ;

6° Les SOINS CORPORELS ;

7° Les ALIMENTS. On y joindra les BOISSONS artificielles, seul objet qui soit exclusif à l'homme ;

8° L'EXERCICE et le REPOS.

B. L'hygiène *spéciale* sépare absolument l'homme du reste des êtres et en fait tout d'abord, dans la série animale, un groupe social. Dans ce groupe, elle en distingue un certain nombre d'autres, très réels, dont les rapports sanitaires avec le monde extérieur ont une nuance qu'il convient de marquer, en approfondissant certains détails et en formulant des règles qui adaptent les principes généraux à une situation caractérisée.

Elle paraît devoir embrasser les études suivantes :

1° *Hygiène sociale* (anthropologie, ethnologie, démographie) ;

2° *Hygiène de l'enfance ;*

3° *Groupe scolaire ;*

4° *Groupe rural ;*

5° *Groupe urbain ;*

6° *Groupe industriel;*

7° *Groupe militaire* ou *marin;*

8° *Hygiène des prisons* (groupe carcéraire);

9° *Hygiène des malades* (hôpitaux, assistance, prophylaxie spéciale).

C. La troisième partie comprendra l'organisation de l'*hygiène publique* dans les divers pays, tant au point de vue *national* qu'*international*, les *autorités* et *agents sanitaires*, les *lois* et *pénalités*.

Bibliographie. — Erhle (Carl) : *Ueber die Geschichte der Gesundheitspflege im Alterthume* (Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspfl. X, p. 209, 1878). — Uffelmann (Julius) : *Darstellung des auf dem Gebiete der öffentlichen Gesundheitspflege in ausserdeutschen Ländern bis jetzt Geleisteten.* Berlin, 1878. — Baas (J. Hermann) : *Zur Geschichte der öffentl. Hygiene* (Deut. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspfl., XI, p. 325, 1879). — Hogg (W. Douglas) : *La médecine publique en Angleterre.* Paris, 1883. — De Chaumont (François) : *A Sketch of the origine and development of the science of hygiene* (The Lancet, n° xxii, vol. I, June 9, 1883). — Liétard (G.) : *L'hygiène et les institutions sanitaires dans l'Inde ancienne* (Gazette hebdomad. de méd. et de chir., n° 19, 1883). — Guéneau de Mussy (Noël) : *Étude sur l'hygiène de Moïse* (Union médic., 1884). — Martin (A. J.) : *Étude sur l'administration sanitaire civile à l'étranger et en France* t. I. Paris 1883. — Chéreau : *Des mesures sanitaires que l'on prenait à Paris, au quinzième et au seizième siècle, contre les épidémies* (Gazette hebdomad. de méd. et de chir., p. 603, 1884). — Vallin (Em.) : *L'Exposition internationale d'hygiène à Londres* (Revue d'hygiène, VI, p. 631. 1884). — Boerner (Paul) : *Bericht über die Allgemeine deutsche Austellung auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungswesens.* Berlin, 1882-83. Breslau, 1885-86. — Hirt (Ludwig) : *System der Gesundheitspflege.* 3te Auflage, Breslau, 1885. — Landouzy *L'hygiène à la Faculté de médecine de Paris* (*Revue scientifique*, 25 juillet 1885). — Martin (A. J.) : *La réforme de l'administration sanitaire en France* (Rev. d'hygiène, VIII, p. 545, 1886). — Monod (Charles) : *Résultats, au point de vue de la mortalité, de l'organisation en Italie d'une administration sanitaire* (Rev. d'Hygiène, IX, p. 99, 1887).

Ouvrages généraux. — Proust (A.) : *Traité d'hygiène*, 2e éd. Paris, 1881. — Eulenberg (Hermann) : *Handbuch des öffentlichen Gesundheitswesens.* Berlin, 1881-82. — Bouchardat (A.) : *Traité d'hygiène publique et privée, basée sur l'étiologie*, 2e éd. Paris, 1882. — Napias (H.) et Martin (A. J.) : *L'étude et les progrès de l'hygiène en France de* 1878 *à* 1882. Paris, 1882. — Nowak (Joseph) : *Lehrbuch der Hygiene.* 2te Auflage. Wien, 1882. — Pettenkofer (Max v.) und Ziemssen (H. v.) : *Handbuch der Hygiene und der Gewerbe-Krankheiten.* Leipzig, 1882 et années suivantes. — Wilson (George) : *A handbook of hygiene und sanitary science.* 5th édit. London, 1883. — Parkes (Edmond A.) : *A manual of practical hygiene.* Edited by François de Chaumont, 6th edition. New-York, 1884. — Sander (Friedrich) : *Handbuch der öffentlich. Gesundheitspflege.* 2te Auflage. Paris, 1885.

Consultez. — Motard (Adolphe) : *Traité d'hygiène générale.* Paris, 1868. — Œsterlen (Fr.) : *Handbuch der Hygiene.* Tübingen, 1876. — Lévy (Michel) : *Traité d'hygiène publique et privée*, 6e éd. Paris, 1879.

PREMIÈRE PARTIE

HYGIÈNE GÉNÉRALE.

CHAPITRE PREMIER

DU SOL.

Définition. — Le mot SOL veut dire proprement *surface* ou *support*. La surface terrestre, rien qu'au point de vue de l'hygiène, serait déjà une vaste étude. Mais, de même qu'en agriculture, on a été conduit ici à étendre notablement le sens du mot et à l'entendre de *toute la partie de la croûte terrestre qui peut avoir une influence sur la santé des humains.* C'est plutôt la signification du latin *tellus*, auquel ne répond pas tout à fait notre mot : *terre;* mais l'adjectif *tellurique* est passé dans la langue de l'étiologie. (Les termes allemands : *Boden*, *Grund*, et même *Erde*, adaptés à des nuances un peu différentes, renferment plus que notre mot *sol* l'idée à laquelle se rattachent les études de l'hygiène. Il en est de même de l'anglais *ground*, *soil.*) Dans tous les cas, l'eau qui imprègne les premières couches terrestres rentre dans le sujet actuel.

Importance de cette étude. — Les êtres vivants sont sortis du sol et y retournent. L'homme n'est pas un de ceux qui y soient le moins rigoureusement fixés par un contact plus ou moins immédiat et permanent. « Tout ce que la terre produit est conforme à la terre elle-même », ont répété Hippocrate et Montesquieu, à deux mille ans de distance : cet axiome est passible de puissants correctifs qui se présenteront d'eux-mêmes un peu plus tard ; mais il conserve une grande part de vérité. Le sol ne fait pas, à lui seul surtout, les différences ethniques non plus que les affinités pathologiques, que poursuit la géographie médicale ; mais il y contribue.

En fait, l'homme emprunte d'abord aux produits du sol la part la plus constante, sinon la plus essentielle, de sa nourriture; et, puisque tous les sols ne sont pas également fertiles, ce qui est par trop évident, et qu'ils ne le sont pas de la même manière, il est clair que les propriétés naturelles du sol doivent nuancer profondément les caractères ethniques et peser d'un grand poids dans le mouvement de la population, selon les groupes. Ce qui arrive.

Il convient que nous nous rendions compte de l'influence que peuvent avoir sur la santé les qualités visibles, la configuration de cette surface sur laquelle nous marchons, quoique, comme on le verra souvent, la question des influences de *contact* soit la moins importante et la moins difficile. Mais il faut surtout que nous sachions quels phénomènes nous menacent ou nous favorisent dans l'intimité de ces premières couches, où rien ne se passe sans que les êtres qui vivent à la surface ne risquent d'en recevoir le contre-coup. Ce qui retourne au sol n'a pas moins d'intérêt peut-être, pour nous, que ce qui en vient. Le sol reçoit, à sa surface ou à des profondeurs variables, les cadavres de tout ce qui a eu vie et les excrétions de l'homme et des animaux, masse énorme de matière organique qui, pour redevenir utilisable, doit être décomposée en ses éléments chimiques à l'aide d'opérations probablement redoutables. Il y a ici une action simultanée et réciproque de l'atmosphère et du sol; si la première fournit les agents de ces décompositions, c'est d'ordinaire dans le second ou à sa surface qu'ils accomplissent leur œuvre et se multiplient; puis, ils reviennent à l'atmosphère avec les gaz et les particules issus de la désorganisation ; le sol rend à l'air plus qu'il n'en a reçu. Ce n'est pas dans notre temps, où les phénomènes de putridité et de fermentation retiennent si puissamment et à si juste titre l'attention des médecins, que l'on peut hésiter à rechercher dans quelles conditions le sol se prête ou fait obstacle à ces processus, les rend inoffensifs ou en favorise la nocuité.

De nos jours, on a posé définitivement le principe du respect des cours d'eau publics; mais c'est le sol qui doit purifier les eaux d'égout, rivières artificielles, chargées des déjections humaines et des résidus de l'industrie. Il est urgent de savoir dans quelles conditions de terrain, naturelles ou voulues, on pourra compter sur une filtration et une épuration irréprochables.

Les peuples d'Europe prolifèrent sur place et sont forcés de déverser leur trop-plein de population dans le courant de la colonisation lointaine. Comment reconnaître les qualités de la terre nouvelle, comment l'aborder si elle est meurtrière, et que doit-on attendre de sa mise en culture?

Sur quel terrain, haut ou déprimé, faut-il que l'homme élève sa maison, que le soldat plante sa tente? Si l'on n'a pas eu le choix ou que l'on ait commis des erreurs, que doit-on craindre et quels sont les moyens de parer au danger? Et puisque, dans nos mœurs, c'est encore la terre qui est la dernière demeure des humains, dans quelles couches est-il préférable d'installer cette putréfaction méthodique?

Le sol, par lui-même, immobilise les nuisances, tandis que l'air les dissémine. Ce n'est pas tout avantage, puisqu'il y a concentration dans le premier cas, dilution dans le second. Mais encore, cette concentration, sur laquelle on croirait avoir prise commodément, n'est peut-être pas très rigoureuse; l'air et l'eau du sol pourraient opérer une certaine diffusion des impuretés qu'il contient. La question, au moins, est à examiner.

Division. — Le sujet actuel comprendra les divisions suivantes :
1° Constitution du sol;

2° Rapports du sol avec l'air;
3° Rapports du sol avec l'eau;
4° Nappe souterraine;
5° Thermalité du sol;
6° Microorganismes du sol;
7° Souillures du sol. Leur transformation.
8° État de la surface. Culture. Boisement. Marais.

1° Constitution du sol.

Données géogéniques et géologiques. — L'histoire des premiers âges de la terre et des révolutions du globe ne s'est pas jusqu'ici montrée comme positivement utilisable pour l'hygiène. Contentons-nous de lui emprunter ce qu'il nous faut de lumière pour nous guider dans les conditions modernes. Il y a eu et il y a encore : 1° des *formations ignées;* 2° des *formations aqueuses;* 3° des modifications *métamorphiques* des unes et des autres et souvent les unes par les autres. Dans l'hypothèse d'un état primitivement incandescent de notre planète, ce sont naturellement les formations ignées qui ont été fixées les premières; puis aussitôt, mais à leurs dépens, l'eau a précipité sur elles des sédiments qui, en raison de la proximité du feu central à cette époque, n'ont pu échapper au métaphorphisme; enfin, les formations aqueuses sont devenues plus générales et plus nettes; elles se continuent sous nos yeux (alluvions, deltas, dunes, etc.), sans préjudice des spécimens également contemporains de formation ignée, que nous offrent en petit les volcans; ce qui, nécessairement, entraîne aussi, par points, la réapparition du mode intermédiaire, le métamorphisme.

Le fait que des roches d'origine ignée et *massives* se constituent encore aujourd'hui, simultanément avec les *stratifications* les plus modernes; la difficulté de savoir si jamais, en un point quelconque du globe, le géologue a pu contempler la portion réellement *primitive* de la croûte terrestre; la grande probabilité que le gneiss et même le granite ne sont pas les premières roches de fusion; toutes ces circonstances ont fait que les savants abandonnent peu à peu l'ancienne division des *terrains* en : *primitif, de transition, secondaire, tertiaire, quaternaire, moderne*, pour une classification plus fructueuse et plus vraie, reposant sur l'époque relative de l'apparition de la vie à la surface du globe et ses phases successives, révélées par les débris fossiles. D'où quatre grandes divisions de temps : Temps *cosmiques*, T. *azoïques*, T. *paléontoniques*, T. *contemporains* (J. Gosselet), et cette classification des couches sédimentaires, empruntée à Credner :

GROUPES DES FORMATIONS CAINOZOÏQUES.

Quaternaire.........	Alluvions.
	Diluvium.
Tertiaire............	Pliocène.
	Miocène.
	Oligocène.
	Éocène.

GROUPES DES FORMATIONS MÉSOZOÏQUES.

Crétacé......	Sénonien.
	Turonien.
	Cénomanien.
	Gault.
	Néocomien ou Hills (Wealds).

Jurassique...........	Jurassique supérieur ou J. Blanc (Malm). Jurassique moyen ou J. brun (Dogger). Jurassique inférieur ou J. noir.
Trias..........	Keuper. Muschelkalk. Grès bigarré.

GROUPES DES FORMATIONS PALÉOZOÏQUES.

Dyas ou *Permien*....	Zechstein. Rothliegendes.
Carbonifère.........	Houiller. Millstone grit. Culm et calcaire carbonifère.
Dévonien.	
Silurien.	

GROUPES DES FORMATIONS ARCHAÏQUES.

Huronien ou formation des schistes cristallins (avec le Cambrien).
Laurentien, ou formation des gneiss primitifs.

Le SOL PRIMITIF, avec le granite, termine naturellement la série de ces étages.

Chacun de ces terrains vient affleurer à la surface, en tel ou tel point du globe; c'est même ainsi que l'on a pu les étudier. C'est là qu'ils prennent quelque intérêt pour l'hygiène, en raison de leur structure, de leur disposition, ou de quelque autre propriété intrinsèque moins évidente. Il est probable qu'en général un terrain quelconque, depuis le granite jusqu'à l'alluvion, ne possède pas de vertu qui lui soit conférée par son âge géologique; on peut d'ordinaire décomposer la raison de sa salubrité ou de son insalubrité et reconnaître qu'il les tient de la nature de ses éléments, de leur mode de groupement, de la disposition de ses assises, etc.

Salubrité relative des terrains anciens et des terrains modernes. — On a, du reste, rarement opposé les terrains anciens, comme tels, aux terrains de formation plus récente, au point de vue de leur influence sanitaire respective. Foucault l'a tenté, en ce qui concerne l'immunité vis-à-vis du choléra, et Magne, sur la question du développement des épidémies de fièvre typhoïde. Encore est-il apparent que l'idée de l'influence de l'humidité se joignait chez le premier à la conception d'une propriété purement géologique. Quoi qu'il en soit, Fourcault fait remarquer que le choléra s'est particulièrement développé dans les trois grands bassins tertiaires de la France : en 1832 dans ceux de Paris et de la Gironde; en 1834 et 1835 dans le delta du Rhône, après avoir longé le littoral de la Méditerranée. On sait qu'il est entré chez nous, tantôt par nos ports de l'ouest, tantôt par Marseille ; or, lorsqu'il arrivait par le Midi, il s'arrêtait au pied des montagnes volcaniques et cristallines de l'Auvergne et du Cantal ; quand il débarquait sur le littoral breton, il ravageait la côte, mais ne gravissait pas le massif granitique de la presqu'île. Bien plus, les roches anciennes circonscrivant des terrains plus jeunes ou leur servant de frontière ont paru protéger ceux-ci contre le fléau ; les Vosges ont semblé empêcher, à cette époque, son passage au bassin tertiaire de l'Alsace; les terrains de transition des Ardennes, de la Bourgogne, de la Normandie, ont joué ce même rôle de barrière sanitaire, abritant contre lui, selon le sens de ses progrès, les terrains ter-

tiaires et carbonifères (Loire) situés derrière eux, tandis que le choléra sévissait avec la plus grande intensité sur les bassins carbonifères de l'Angleterre, de la Belgique et du nord de la France, qui ne sont point protégés ou isolés par de semblables roches. Vial et Dechambre ont confirmé généralement ces observations par leurs remarques sur des épidémies cholériques ultérieures, bien qu'en reconnaissant çà et là quelques exceptions à la règle. On sait aussi que ce sont des faits analogues, et principalement l'immunité proverbiale des quartiers de Lyon établis en sol granitique, qui ont servi de base à Nérée Boubée et à Pettenkofer pour établir les théories qui mettent en rapport avec l'immunité cholérique, non pas précisément l'ancienneté des roches, mais l'absolue imperméabilité de la surface du sol, propriété normale du granite non altéré, du calcaire compacte, etc.

Une telle loi s'est trouvée en défaut sur divers points. Mais celle de Magne l'est plus visiblement encore, puisqu'il s'agit de la fièvre typhoïde, dont les épidémies sont d'observation incessante en France. Cet auteur affirmait la fréquence infiniment plus considérable de la fièvre typhoïde sur les terrains modernes; en particulier sur les terrains de formation postérieure aux terrains houillers, notamment ceux qui appartiennent au trias et à la formation oolithique. Or, la prolongation forcée des observations a démontré que cet heureux privilège des terrains anciens est une illusion : « Je ne crois pas, dit Léon Colin, qu'il existe en France une garnison ou une ville qu'on puisse déclarer inaccessible à la fièvre typhoïde; elle apparaît à toute altitude, sur des sols de toute formation, sur ceux-là même qu'on a considérés comme réfractaires par leur constitution. »

Du reste, l'idée qui est derrière ces formules se décèle facilement; la question se réduit, en somme, à la réceptivité du sol pour l'eau et les matières organiques. Mais il est bien clair qu'il faut entrer dès lors dans l'analyse des propriétés du sol. Si le granite accepte malaisément l'eau et les détritus putrescibles, c'est moins parce qu'il est granite que parce qu'il est *imperméable*. Le granite désagrégé cesse d'être réfractaire aux infiltrations et, par conséquent, d'être salubre. Kratter affirme que le crétinisme et le goître endémique, en Styrie, sont attachés aux formations primitives et aux vallées d'alluvion où les détritus de ces roches se sont déposés.

Fécondité relative des terrains. — Il a pu arriver que les massifs granitiques interrompissent parfois la marche envahissante du choléra, simplement parce que l'aliment naturel des fléaux épidémiques, l'homme, manquait. En effet, le granite est infertile, ainsi que la plupart des autres roches primitives, et par conséquent n'attire pas la population. La culture exige la présence de la chaux, et le granite, les gneiss, les schistes, non plus que les coulées volcaniques, n'en possèdent une proportion suffisante. Notre grand plateau central, vaste masse granitique trouée par des volcans, dont les laves sont superposées çà et là au terrain primitif, n'est cultivé que dans les vallées; il est boisé sur les pentes, mais les sommets sont stériles. Ce n'est pas la fécondité du sol, mais l'industrie, qui peuple certains des départements appartenant à cette zone (celui de la Loire, par exemple), de même que c'est l'Océan et non la terre qui vaut à nos populations bretonnes

leur densité. La facilité à l'émigration, traditionnelle chez les habitants de l'Auvergne, du Forez, du Limousin, est la conséquence de l'improductivité de leur sol. Ce n'est pas le manque d'eau qui entretient cette infertilité, car les phénomènes géologiques qui ont tourmenté le pays y ont précisément multiplié les sources, et plusieurs fleuves ou rivières s'en échappent. Mais, à aridité égale, les plateaux calcaires sont plus généreux à la population que les croupes granitiques. La différence se remarque précisément aux limites du Plateau central, où les assises calcaires de la Lozère et du Rouergue succèdent au granite. « Au nord du plateau calcaire de Larzac, aux assises unies, revêtues d'herbes fines (il n'y a d'eau que celle de l'atmosphère), s'élèvent les croupes inégales, couvertes de fougères, du Lévezou granitique ; d'un côté sont les champs d'avoine et d'orge, çà et là même des *fromentals;* de l'autre sont les *ségalas* ou terres à seigle. Les paysans du calcaire, les *Caoussenaous* ou « Caussenards » se distinguent aussi à première vue, et fort à leur avantage, de leurs voisins du granite, les « Ségalains ». Le Caussenard, mangeur de pain d'orge et d'avoine et buveur d'eau claire, est grand, osseux et fort. L'habitant des terres cristallines, mangeur de seigle et de châtaignes, buveur de cidre, est beaucoup moins vigoureux. » (Élisée Reclus.)

Le seigle et le sarrasin, céréales pauvres, sont en effet la culture principale des sols granitiques. C'est encore là que le châtaignier prospère au mieux et donne les meilleurs fruits. On sait le rôle que jouent le sarrasin et la châtaigne dans la Bretagne, cette « terre de granite, recouverte de chênes » (Brizeux), avec ses landes et ses bruyères sur terrain cristallin, ses grandes collines à croupe infertile. Les indigènes fertilisent des parcelles de leur sol avec la vase appelée *tangue*, un véritable engrais de plantes marines et de coquillages, abandonné par l'Océan ; ou encore avec le sable calcaire des dunes, le *traez*.

Il suffit de mentionner l'infertilité des hautes Vosges, des Ardennes, et d'y opposer la productivité des saillies parallèles du Jura. Toutefois, le privilège du terrain calcaire se perd par une perméabilité excessive : ainsi en est-il de la craie, en Champagne Pouilleuse, qui laisse filtrer jusqu'aux engrais et évaporer l'eau qui ne disparaît pas dans la profondeur.

En règle générale, les terrains stratifiés ont plus de chances d'être fertiles que les terrains massifs, puisqu'ils proviennent de la désagrégation et du mélange des éléments de roches primitives variées : ils sont, pour l'agriculture, plus *complets*. Peut-être pourrait-on ajouter que les sédiments les plus jeunes présentent cet attribut dans son plus haut degré, en raison de leur richesse de plus en plus grande en débris ayant eu vie et, par conséquent, formant déjà un ensemble bien équilibré d'éléments propres à la vie, y compris même de la substance organique. La « Vallée » de la Loire, ou plutôt la large plaine alluviale de l'Authion (Maine-et-Loire), peut passer pour un exemple de ces aptitudes.

Éléments principaux du sol. — Roches. — La *silice*, la *chaux*, l'*alumine* sont les éléments constituants essentiels et à peu près constants de toutes

les formations géologiques; il s'y joint, moins régulièrement et dans des proportions moins importantes, de la *potasse*, de la *soude*, de la *magnésie*, du *Fer* et du *manganèse*. Les trois premières surtout se retrouvent dans toutes les roches, massives ou stratifiées, et la différence entre les roches ne repose pas sur la présence ou l'absence de l'une ou de l'autre, mais sur la variabilité des proportions dans lesquelles chacune d'elles entre dans la constitution du terrain et sur le mode d'union des molécules constitutives. Un terrain, dans lequel ces divergences s'effacent, parce que l'industrie humaine est intervenue et que les débris organiques qui s'y mêlent tendent à équilibrer les proportions de chaque élément, c'est la *terre arable*, le *terrain humifère* ou *humus*.

Roches siliceuses. — La silice et les silicates d'alumine et de potasse prédominent dans certaines roches compactes ou fragmentées; sous le premier état, ces roches s'appellent granite, gneiss, grès; sous le second, cailloux, graviers, grève, sable.

Le sol où la silice prédomine est généralement salubre. L'imperméabilié et les fortes pentes des roches primitives qui en sont formées empêchent la stagnation des eaux et l'imbibition des couches superficielles; par conséquent, pas de foyer de putréfaction possible, ni d'humidité permanente; c'est plutôt l'excès contraire qui est à craindre. L'eau qui jaillit à la base des saillies granitiques est irréprochable. Cependant, les granites schisteux, facilement désagrégés par la pluie, sont capables de créer, dans les points déclives, dans le fond des vallées, un terrain nouveau, perméable et qui, sur quelques points (Bretagne), donne lieu à la formation de marais particulièrement dangereux. Il est à croire que ce danger résulte de l'imperméabilité du sol primitif qui a reçu les débris et devient dès lors le sous-sol : la couche perméable est trop peu épaisse pour faire disparaître toute l'eau, elle reste imprégnée, humide et d'ailleurs naturellement accessible à l'air nécessaire aux fermentations.

En effet, le sable siliceux, à grains plus ou moins gros, est salubre par lui-même, s'il est en couches de grande épaisseur ou si, étant même en couche mince, il ne repose pas sur un sous-sol imperméable. Partout, le sable est un support d'engrais, où la charrue n'a presque rien à faire. Autour de Versailles, des terrains sans valeur donnent ainsi de belles moissons, grâce aux fumiers d'une garnison de cavalerie. Les sables de la Marche de Brandebourg, dit Pfeil, sont une supériorité de la Prusse et permettent, en effet, les irrigations autour de Berlin. Les sables de Gennevilliers et d'Achères sont, de même, un des côtés heureux de la situation de Paris.

Dans nos Landes françaises, dont le sol est un ancien lit de la mer recouvert par des sables de l'époque pliocène, il se passe un phénomène curieux, bien décrit par Élisée Reclus et qui a paru aux hygiénistes digne d'être relevé. « Les masses sableuses, qui ont en maints endroits une puissance de plus de 80 mètres, renferment seulement quelques couches d'argile; mais, à une faible distance au-dessous de la surface, les infiltrations de tannin et d'autres matières organiques ont changé le sable en une couche de grès d'un brun noirâtre qui présente l'aspect et quelquefois la dureté du fer; en certaines régions, des veines de ce métal s'y

trouvent mêlées. Ces bancs de grès compacte, auxquels on a donné le nom d'*alios*, sont le grand obstacle qu'oppose le sol des landes à la végétation forestière : les racines ne peuvent le traverser que difficilement. En outre, le banc d'alios, presque toujours d'autant plus dur qu'il est moins épais, reste imperméable aux eaux comme une assise rocheuse, et prévient tout échange de gaz et d'humidité entre les strates de sable ou d'argile qu'il recouvre et la terre qui lui est superposée. Retenue par cette couche continue, l'eau de pluie doit séjourner sur le sol; pendant la saison pluvieuse, la surface des landes serait changée en un immense marécage, si l'on n'avait eu depuis le commencement du siècle le soin de creuser de distance en distance des *crastes* ou fossés d'écoulement qui reçoivent le trop-plein des eaux et les portent soit aux ruisseaux de l'intérieur, soit aux étangs du littoral... Des entonnoirs d'écoulement en communication avec des eaux souterraines s'ouvrent aussi dans le plateau » (Élisée Reclus). Cet état du sol explique suffisamment l'usage antique des échasses chez les bergers des Landes.

Ce même littoral offre un exemple des plus frappants d'un autre état particulier au sable et qui, dans divers points, a une influence immédiate et irrésistible sur le mouvement de la population, à savoir les *dunes* mouvantes qui, poussées par le vent du large, empiètent sur les terres occupées par la culture ou les pâturages, et finiraient par les reconquérir sur l'homme si celui-ci n'y faisait obstacle à l'aide des plantations et particulièrement des forêts de pins maritimes.

Les *grès* durs et compactes ont les mêmes propriétés que le granite. Les grès poreux et perméables sont secs et salubres, s'ils sont en assises puissantes et non point en couche mince superposée à de l'argile ou à du grès compacte.

Roches calcaires. — De celles-ci le carbonate de chaux est l'élément le plus ordinaire; il faut en rapprocher la *dolomie*, dans laquelle la magnésie s'associe à la chaux, et le terrain *gypseux*, où le sulfate de chaux est plus ou moins exclusif.

Les roches calcaires ont des propriétés fort différentes, selon qu'elles sont en assises continues ou qu'au contraire elles se trouvent naturellement ou accidentellement fragmentées; selon qu'elles possèdent une texture serrée et une consistance dure ou qu'au contraire elles sont formées de grains fins sans cohésion. Les degrés sont du marbre et des calcaires noirs au calcaire oolithique et à la craie. On prévoit donc qu'ici le calcaire aura presque la salubrité des sables siliceux par son extrême perméabilité, tandis qu'ailleurs il sera à peu près aussi impénétrable que le granite. Dans ce dernier cas, il est sans influence nuisible sur l'air et sur l'eau, à la condition que les pentes des couches soient suffisamment accentuées; en plateau, il est encore salubre, mais aride, si l'eau des pluies s'évapore entièrement à sa surface; mais on constate parfois la présence de collections aqueuses et de marais à de grandes hauteurs, dans ces conditions; par l'action de l'acide carbonique des eaux pluviales, des excavations se sont formées dans le calcaire et sont devenues des réservoirs d'eau (Roth et Lex).

La *craie* est salubre et les eaux de ce terrain, quoique très riches en sels calcaires, ne passent point pour défectueuses. Les médecins du camp de Châlons ont trouvé louable l'eau des puits forés en pleine craie, bien

qu'elle fût un peu laiteuse dans les premiers jours qui suivaient l'établissement du puits (Goffres, J. Périer). La craie perd ses avantages lorsqu'elle est pénétrée de marne argileuse ou qu'une faible épaisseur de craie repose sur un sous-sol marneux.

La craie *tuffeau* ressemble infiniment, sous le rapport hygiénique, à la craie blanche.

Il n'y aurait rien de particulier à dire du calcaire *dolomitique*, si la présence de la magnésie dans les terrains n'avait été l'occasion d'une théorie étiologique du goître qui eut un certain retentissement. Les observations de Grange ont été généralement confirmées par Boudin, en ce qui concerne la géologie. Quant à la doctrine étiologique, elle a été contestée et n'est plus guère aujourd'hui qu'un souvenir.

Les terrains *gypseux* renferment le sulfate de chaux à l'état de *gypse* ou d'*anhydrite*. Ils ne sont pas imperméables, parce que le gypse n'y est point stratifié, mais en dépôts lenticulaires ou en filons. Quoique peu soluble, le gypse est lavé par les pluies et rend les eaux dures. Associé à l'argile et au sel gemme, il forme des marais dans les points déprimés.

Il ne serait pas inexact de dire qu'en résumé le calcaire tient le milieu entre le sable et l'argile et doit peut-être sa supériorité générale à ses propriétés en quelque sorte bien équilibrées. Le calcaire, qui existe dans presque tout terrain cultivé, détruit les acides dans le sol, convertit rapidement les fibres végétales en humus, absorbe plus d'eau que le sable, la laisse filtrer plus rapidement que l'argile; il a moins de cohésion que celle-ci et une moindre aptitude à prendre et à garder la chaleur. (Roth et Lex.)

Roches argileuses. — Elles sont toujours de stratification. L'argile est extrêmement répandue et, selon la nature des éléments qui lui sont associés, porte différents noms : Argile plastique (*Thon*, Allem.; *Clay*, Angl.); argile ferrugineuse (*Letten*); marneuse (*Tegel*, *Flinz*); bitumineuse (*Alaunthon*); calcaire (*Lehm* et, en poudre, *Lœss*); kaolin, latérite, argile à silex, *Terra rossa*, etc.

L'argile, comme on le verra, a la propriété d'absorber l'eau et de la retenir avec une extrême énergie. Elle devient alors imperméable. Mais elle n'en est pas moins humide, dangereuse au contact et capable d'être le foyer de phénomènes putrides. D'ailleurs, l'argile n'est pas toujours *plastique* et il y a des degrés dans la compacité du sol argileux. Ces circonstances font que de tels sols sont généralement le souci de l'hygiène et réclament la protection par le travail de l'homme. L'humidité du sol et de l'atmosphère, les fermentations de toute nature au sein du sol, la qualité douteuse des eaux, l'infériorité des végétaux alimentaires, et par conséquent de la chair des ruminants qui s'en nourrissent aussi, telles sont les principales circonstances menaçantes, très ordinairement attachées aux sols argileux.

Il va sans dire que ces dangers sont d'autant plus intenses que l'argile domine davantage ou règne exclusivement, et qu'ils sont modifiés par la culture, le drainage, l'adjonction artificielle d'éléments calcaires. Il est

heureux qu'il en soit ainsi, parce que les sols argileux attirent l'homme, en raison de leur fertilité et de leur facile accès. Le terrain y est sans accidents notables et plutôt ondulé. C'est la plaine, bien plus séduisante que la montagne et plus praticable; les plantes trouvent partout à plonger leurs racines, dans ce sol toujours humide et sans pierres, et la végétation spontanée enrichit d'elle-même le terrain ; il appelle la charrue, et les populations s'y pressent irrésistiblement, luttant par une reproduction active, et aussi par l'immigration, contre la forte mortalité. La terre elle-même, à peine durcie par le feu, se prête à la confection des briques dont on édifiera les grandes villes avec une rapidité merveilleuse.

Au fond, *la nature du sol ne fait que le disposer à être salubre ou insalubre. C'est l'homme qui décide en dernier ressort, par la protection et l'assainissement du sol, — ou par le contraire.*

Transformations incessantes du sol. — Sans parler des grands cataclysmes qui ont creusé les mers et fait surgir les continents à la surface du globe, des modifications profondes s'accomplissent incessamment sur l'écorce primitive de la terre.

a. *Modifications par les phénomènes météoriques.* — Les alternances thermiques dilatent, resserrent, fendillent les roches primitives et les préparent à la désagrégation; la couleur, la capacité pour le calorique de ces roches favorisent ou retardent cet effet.

L'eau des pluies use mécaniquement, par lavage, les roches les plus dures et, en pénétrant dans leurs pores, les éclate par la congélation en hiver. Chimiquement, elle les attaque au moyen de l'oxygène et de l'acide carbonique qu'elle tient dissous. Les roches silicatées sont les plus résistantes; elles cèdent néanmoins et d'autant plus vite qu'elles renferment plus de chaux. L'oxygène, les acides, l'ammoniaque de l'air, participent à cette action chimique.

Les plantes inférieures, mousses, lichens, qui croissent sur les roches aident à l'action des agents météoriques. Les uns et les autres disposent des siècles. Leur puissance est plus grande dans les zones tropicales que sous les pôles.

Ainsi s'émoussent les crêtes des montagnes et s'abattent les sommets. Les torrents rassemblent les débris dans le fond des vallées; les fleuves les emportent, les étalent sur leurs bords en plaines d'*alluvions* et, en les déposant à leur embouchure, prolongent les continents, comme font le Rhône, le Pô, le Nil, le Gange. La géogénie dure toujours. D'ailleurs, les plantes nées sans culture, depuis les mousses jusqu'au baobab, vivent et meurent sur le même point et y entassent lentement ce qu'elles ont fixé de substance par les emprunts au sol et à l'atmosphère ; c'est ainsi que se forme le *terreau* sous les arbres des forêts par des feuilles qui tombent chaque année, ou par les végétaux de petite taille qui croissent dans le voisinage. Sur les hauts plateaux du Sahara algérien, les touffes d'*halfa* se font à elles-mêmes de petites buttes de terreau; avec un nombre suffisant d'années, de siècles peut-être, ces buttes se seront assez élargies ou élevées

en hauteur pour combler les sillons en réseau qui les séparent aujourd'hui et où l'on voit la grève nue.

b. *Modifications dues à l'homme.* — Tel qu'il s'est formé sous les influences secondaires que l'on vient de dire, le sol est encore *naturel*. Mais l'homme en modifie, à son tour, la nature et l'aspect par son séjour et ses abris, par des constructions diverses, des déblais et des remblais, par l'abandon de ses produits de déchet et de ceux des animaux à son usage, par la culture surtout, qui utilise l'*humus* ou *terreau* et, au besoin, en provoque la formation.

La *terre arable* a pour caractérisque la présence d'une proportion notable de matière organique et, dans sa structure, le défaut de cohésion. Au point de vue de sa composition chimique, on cherche le plus possible à lui faire perdre toute son originalité; mais il est commun qu'elle rappelle son origine et la nature du sous-sol sur lequel elle repose, par la prédominance de l'élément siliceux, calcaire ou argileux. Son état grumeleux serait dû, selon Schlœsing, à ce que la matière humique, en même temps que l'argile *colloïdale*, forme un ciment qui soude les unes aux autres les fines particules de sable et que ne désagrège pas l'eau ordinaire.

L'emplacement des villes présente au plus haut degré l'empreinte des modifications que l'activité humaine imprime au sol. Le terrain s'y exhausse de siècle en siècle; c'est un sol de détritus (*Füllboden*) qui se sont superposés, comme les générations se succèdent. Schliemann a dû traverser 16 mètres de terrain, sur le plateau d'Hissarlik, pour retrouver le sol primitif de la Troade, et a rencontré les vestiges de six villes superposées sur l'emplacement de Pergame. La ville moderne de Constantine s'élève sur une ville arabe, sous laquelle repose une cité romaine, assise elle-même sur la forteresse numide. Vienne (Süss) et Marienberg (Welz) sont dans des conditions analogues qui, d'ailleurs, ne sont pas rares. C'est, en effet, une tradition de bâtir et rebâtir sur les ruines du passé, quoique ce sol de débris soit un des plus défavorables.

2° Rapports du sol avec l'air.

C'est tout d'abord aux rapports du sol avec l'air que fait songer ce principe, déjà indiqué : que *les influences sanitaires du sol dépendent de ce qui y entre et de ce qui en sort*. Aussi, les premiers points à étudier sont-ils la *porosité* et la *perméabilité* du sol. La plupart des lois obtenues en ce qui concerne la porosité et la perméabilité pour l'air seront vraies quand il s'agira de l'eau.

A. **Porosité du sol.** — En hygiène, comme en agriculture, le sens du mot *porosité* est moins étroit qu'en physique. Selon Soyka, un corps cesse d'être poreux lorsque les pores en sont assez petits pour qu'il ne puisse plus y avoir d'échanges entre le contenu de ces pores et les fluides qui entourent le corps, supposé d'une certaine épaisseur. Les roches massives, compactes, ne sont point poreuses. Les terrains stratifiés, le sol de débris

sont poreux. Le sol formé de fragments de roches massives, bien que chaque fragment soit imporeux pour lui-même, peut être parfaitement poreux, si les débris ne sont point joints par un ciment sans pores. Ainsi, le sable siliceux, le gravier, les cailloux roulés provenant du granite, du porphyre, etc., forment des sols très poreux, attendu qu'il reste des vides entre les éléments particuliers de l'ensemble. Delesse (1860) constatait que le granite, trempé dans l'eau distillée chaude, n'absorbe que de 0.06 à 0.12 p. 100 de son poids d'eau, c'est-à-dire qu'il est imporeux. Cependant, à l'état de poudre, il prend 27 p. 100 d'eau (en poids). On sait aussi que les débris granitiques forment, en Bretagne, des marécages dangereux.

En d'autres termes, *la porosité n'est pas liée à la nature du sol, mais à sa structure* et à l'agencement de ses éléments.

D'ailleurs, il est nécessaire de procéder ici par constatation directe. Certains terrains, que l'on pourrait croire compactes, sont en réalité poreux. On objecta pendant quelque temps à la théorie de Pettenkofer la facilité avec laquelle le choléra se propage sur le rocher de Malte, jusqu'à ce que Pettenkofer lui-même montrât que ce rocher est d'un grès mou, si poreux qu'on le coupe au couteau et qu'on y taille des vases qui servent de filtres dans la marine anglaise.

On appelle *volume des pores* le rapport de l'ensemble des pores au volume de sol. Ce rapport est, naturellement, très variable. Cependant, Hoadley assure qu'il est essentiellement le même dans tous les sols poreux et plutôt au-dessus qu'au-dessous de 40 p. 100. Cette formule n'est pas absolument à repousser en pratique, puisque, en expérimentant sur des sols artificiels de gravier ou de débris, Renk a obtenu les limites de 36 à 55.5 p. 100; Welitschkowsky, celles de 35.2 à 41.9. C. Flügge, opérant également sur des sols artificiels, mais dont il avait provoqué le tassement, avait observé les volumes de pores ci-après :

Gravier	38.4	à 40.1	p. 100
Sable	35.6	40.8	—
Argile	36.2	42.5	—
Sable et gravier (parties égales)	23.1	28.9	—

Lang et Flügge ont *calculé* le volume des pores en supposant un sol dont tous les grains seraient sphériques et parfaitement égaux. Selon que l'agencement des grains donne, à la coupe des lacunes restées entre eux (pores), une forme triangulaire ou celle d'un quadrilatère, ils ont trouvé le volume des pores = 25.95 ou 47,64 p. 100. Cette tentative ne nous paraît guère plus qu'un exercice de mathématiques.

Indépendamment des lacunes que détermine la juxtaposition des grains du sol, ceux-ci peuvent être eux-mêmes poreux. Les grains de sable quartzeux ne le sont pas, mais cela arrive du sable calcaire, de l'argile, de l'humus, de la tourbe. Enfin, dans un sol à grains inégaux, les grains les plus petits peuvent remplir une partie des lacunes laissées par les plus gros. Les résultats expérimentaux sont donc d'autant plus approchés de la

vérité que le sol est à grains plus fins. En dernier ressort, le mieux est d'essayer directement le sol naturel.

C. Flügge a enlevé des portions du sol à l'aide d'un cylindre de laiton plongé en terre ; puis, il a déterminé le volume des pores en déplaçant, au moyen de l'acide carbonique, l'air de ce sol partiel. Les résultats ont été les suivants :

	Volume des pores.
Sol sableux, $1^m,2$ de profondeur, provenant d'un remblai d'environ quinze ans de date	43.1 p. 100
Terre de jardin, $1^m,50$ de profondeur	46.1 —
Sol sableux, $1^m,50$ de profondeur, à $0^m,30$ au-dessus du niveau de la nappe souterraine	35.5 —
Argile sableuse, sol naturel, $0^m,50$ de profondeur	32.7 —

Le sous-sol d'un marais, avec 82 p. 100 de matières organiques, aurait donné à R. v. Schwarz, par une autre méthode, un volume de pores de 84 p. 100.

B. **Perméabilité du sol.** — La *perméabilité* à l'air est, pour le sol, la propriété de pouvoir être traversé par l'air à la faveur des ruptures d'équilibre de la pression, soit du dedans au dehors, soit d'un point à un autre dans l'épaisseur même du sol. Elle suppose la porosité, mais ne la copie nullement dans ses allures. En effet, nous avons vu que les « *volumes des pores* » ne varient pas dans de très grandes limites, quoique le *nombre* des pores soit évidemment beaucoup plus grand dans le sol à grains fins que dans le sol à gros grains. La facilité avec laquelle l'air circule dans le sol, à pression égale, étant en raison inverse de la résistance qu'il éprouve, il est clair qu'il pénétrera moins aisément le sol à pores nombreux, qui multiplie les inflexions et les étranglements de la voie suivie par l'air, par conséquent augmente aussi les frottements et la longueur du chemin. En d'autres termes, la perméabilité augmente avec la grosseur des grains.

Renk, Ammon, Welitschkowsky, Soyka ont étudié expérimentalement les lois de la perméabilité du sol à l'air. Nous reproduisons ci-dessous un tableau dans lequel Soyka a résumé les résultats de Welitschkowsky. Il s'agit d'un *sol sec*, artificiel, de 50 centimètres d'épaisseur.

NATURE DU SOL.	DIAMÈTRE DES GRAINS.	VOLUME des PORES.	LITRES D'AIR PASSÉS PAR MINUTE.		
			PRESSION : 50^{mm} d'eau.	PRESSION : 10^{mm} d'eau.	PRESSION : 5^{mm} d'eau.
Sable fin	Moins de $0^{mm},3$	41.87 0/0	$0^l,0058$ (1)	»	»
Sable moyen	De $0^{mm},3$ à 1^{mm}	40.64 —	0.8890 (155)	$0^l.187$ (1)	»
Sable grossier	De 1^{mm} à 2^{mm}	37.38 —	7.399 (1276)	1.628 (8.7)	»
Gravier fin	De 2 à 4	35.47 —	»	12.518 (67)	$7^l.182$ (1)
Gravier moyen	De 4 à 7	35.93 —	»	28.493 (152)	17.470 (2.4)
Gravier grossier	De 7 à 20	35.24 —	»	»	37.880 (5.2)

Les chiffres entre parenthèses sont des nombres proportionnels.

Soyka démontre *optiquement* que la perméabilité croît avec la grosseur des grains en faisant passer, à travers des colonnes de sols à grains de calibre dif-

férent, du gaz d'éclairage qu'on allume à la sortie. La flamme grandit comme la perméabilité du sol en expérience.

La culture, sans changer la taille des grains du sol, en modifie les dispositions et, régulièrement, élargit les pores, en crée d'autres et augmente la perméabilité à l'air. Les remuements du sol des villes, le creusement des canaux, des ports, atteignent au même effet. L'air pénètre alors jusqu'à la profondeur et rend l'activité à des organismes qui sommeillaient. Le professeur Soyka voit dans cette circonstance une part de l'explication des recrudescences de fièvre — palustre ou typhoïde — qui ont signalé la mise en culture de la Pennsylvanie, de la Mitidja, le creusement des canaux de Walcheren, du port de Jade, l'ouverture de tranchées pour les eaux ou les égouts en diverses villes (Francfort-S-M., Nancy, Auxerre, etc.).

Le sol naturel, sec et pulvérulent, a été examiné par Fleck, dans les cimetières de Dresde. Le tableau ci-après, dans lequel la perméabilité du sol le plus perméable est exprimée par 100, donne les principales constatations de l'auteur.

NATURE DU SOL.	VOLUME DES PORES.	PERMÉABILITÉ.
I. Gravier roulé ($15^{cc},5$ = 20 grammes renferment : gravier pierreux 5^{cc} ; sable 10^{cc} ; argile $0^{cc},5$)	49.7 0/0	100
II. Gravier et sable	32.9 —	62.33
III. Sable quartzeux (grains de $0^{mm},5$ à 2^{mm})	34.5 —	61.60
IV. Sable plus fin. Traces d'argile	43.2 —	45.86
V. Sable très fin	41.3 —	36.88
VI. Sable argileux (*Rothliegendes* : sable 15 ; argile 4,5)	56.4 —	1.46
VII. Sable argileux en poudre très fine	52.1 —	1.09
VIII. Sable riche en argile et marne	51.8 —	0.61
IX. Sol argileux, moitié sable, moitié argile	55.8 —	0.59
X Sol argileux, ne renfermant que des traces de sable	54.8 —	0.52

On voit que l'argile est très imperméable et entraîne l'imperméabilité des autres éléments du sol, même quand elle est sèche. C'est qu'elle est susceptible de prendre la forme d'une poudre excessivement ténue, à pores innombrables, mais extrêmement petits. Dans la nature, la sècheresse lui donne le plus souvent, surtout après humectation, l'état granuleux, avec des grains de 1 à 2 millimètres ; ce qui est compatible avec une grande perméabilité à l'air.

La perméabilité du sol diminue, quand il est *mouillé* ou *humide*. La diminution est en raison directe de la capacité du sol pour l'eau ; on conçoit, en effet, que la présence de l'eau supprime un certain nombre de pores et rétrécisse les autres. Elle est aussi en raison de la quantité d'eau prise par le sol, soit de haut en bas (pluie), soit de bas en haut (ascension capillaire de l'eau souterraine). Elle marche plus vite dans les sols à grain fin ; plus vite dans l'argile, qui a une extraordinaire affinité pour l'eau, que dans le sable ; plus vite (Renk), dans l'humectation de bas en haut qu'inversement.

Le tableau suivant, que Soyka emprunte à Renk, exprime en chiffres ces diverses lois :

NATURE DU SOL.	DIAMÈTRE des GRAINS.	VOLUME des PORES.	PRESSION EN MILLIM. d'eau.	QUANTITÉ D'AIR passé par heure. SOL SEC.	SOL MOUILLÉ d'en haut.	SOL MOUILLÉ d'en bas.	QUANTITÉ D'EAU RETENUE en 0/0 du volume des pores. HUMECTATION par en haut.	HUMECTATION par en bas.
Gravier moyen....	$< 7^{mm}$	37.9 0/0	20^{mm}	15^{l}.54	14^{l}.63	13^{l}.70	6.6	12.6
Gravier fin........	< 4	37.9 —	40	14.04	13.16	12.55	7.8	16.9
Sable grossier.....	< 2	37.9 —	40	2.33	1.91	1.71	23.4	31.2
Sable moyen......	< 1	55.5 —	150	0.84	0.23	0.00	36.4	46.5
Sable fin..........	$< 1/3$ à $1/4$	55.5 —	150	0.01	0.00	0.00	65.1	77.4

Le professeur Soyka, qui appartient à l'école de Munich, fait remarquer que, par le mécanisme indiqué, la pluie peut fermer les pores superficiels et emprisonner dans la profondeur l'acide carbonique et probablement des agents plus offensifs avec lui. En fait, Lewis et Cuningham ont observé, à Calcutta, que la courbe du choléra descend à la saison des pluies.

L'eau se dilatant d'un dixième de son volume par la congélation, le *sol gelé* est encore moins perméable que le sol humide ; la perméabilité peut être supprimée, si le sol a été surpris en état d'humectation notable. Les échanges s'arrêtent alors entre l'air du sol et l'atmosphère sur toute l'étendue de sol atteinte par la congélation. Le malheur veut qu'au moment où le fait se réalise, les portions de sol qui ont échappé à la gelée sont précisément celles sur lesquelles reposent nos habitations ; c'est donc de ce côté que se portent les échanges entre le sol et l'atmosphère, comme l'ont signalé Layet, Soyka, Renk, Wolffberg, à propos des empoisonnements par le gaz d'éclairage ; d'autant plus qu'au même moment le chauffage détermine dans nos demeures une aspiration qui suffirait à elle seule à y amener le courant souterrain.

C. **Air du sol.** — A part quelques phénomènes volcaniques, *fumeroles*, *solfatares*, *mofettes*, et les émanations des mines de charbon, qui interviennent d'une façon insignifiante dans sa constitution, l'air du sol est essentiellement caractérisé par l'introduction, dans l'air atmosphérique, des gaz résultant de la décomposition des matières organiques : acide carbonique, ammoniaque, hydrogène sulfuré, hydrogènes carbonés (méthane, dans le sol abreuvé d'eau, selon Hoppe-Seyler après beaucoup d'autres, qui l'appelaient *gaz des marais*).

C'est là un des faits les plus considérables qui puissent attirer l'attention de l'hygiène. Les matières mortes, sous forme de débris ou en combinaisons solubles, sont entraînées par les eaux dans l'intimité des premières couches du sol et y sont soumises à la combustion lente, c'est-à-dire à l'oxydation, qui leur permettra bientôt de rentrer dans le cercle de la vie. Quand il se rencontre un point de la surface du globe où rien ne vit, par conséquent où rien ne meurt,

la richesse de l'air du sol en CO^2 ne dépasse pas celle de l'air atmosphérique. Pettenkofer a pu analyser, à Munich (1874), des volumes d'air atmosphérique et d'autres d'air du sol, rapportés des déserts de la Lybie par le professeur Zittel, à son retour d'une expédition avec le voyageur Rohlfs. L'air atmosphérique du désert contenait, comme le nôtre, de 2.5 à 5 d'acide carbonique pour 10.000; mais l'air du sol correspondant n'en renfermait pas davantage. La transformation des matières mortes au sein du sol a ses côtés dangereux; mais, finalement, c'est le grand moyen d'assainissement dont dispose la nature.

L'acide carbonique représente de l'oxygène disparu (Fodor, Fleck) de l'air atmosphérique et consommé par la vie des microorganismes ou employé à la formation de CO^2, des nitrites et nitrates et de diverses combinaisons inorganiques, qui accaparent l'oxygène. Hoppe-Seyler en conclut qu'il y a, dans l'épaisseur du sol, une limite (pas absolument éloignée) à laquelle l'oxygène n'arrive plus. Partout où il se forme du gaz des marais, de l'hydrogène sulfuré, du carbonate, des sulfates de fer, du phosphate se colorant en bleu à la lumière, c'est que l'accès de l'oxygène est supprimé.

Boussingault et Michel Lévy qui, les premiers (1852), ont étudié l'air du sol, lui trouvaient (en volume) la composition suivante :

Oxygène	10.35
Acide carbonique	9.74
Azote	79.91
	100.00

Fleck et Fodor, en additionnant les chiffres d'oxygène et de CO^2, observés par recherche directe dans l'air du sol, ont toujours obtenu un total égal ou un peu supérieur à 21.03, qui est la proportion normale d'oxygène dans l'air atmosphérique.

Acide carbonique de l'air du sol. — L'acide carbonique, qui est, non la cause, mais le critérium de l'insalubrité de l'air extérieur, est aussi le *témoin* par excellence des opérations suspectes effectuées spontanément au sein du sol. Pettenkofer a donc pu penser qu'il pourrait également servir à construire l'échelle d'insalubrité du support de nos demeures. Cette vue ne doit pas être appliquée en toute rigueur, pour des raisons que l'on dira; mais elle est généralement juste.

Les proportions de CO^2 dans l'air tellurique sont toujours, comme on a pu le prévoir, bien supérieures à celles qui existent dans l'atmosphère libre; les plus élevées appartiennent régulièrement au sol des lieux habités.

Depuis Pettenkofer, un grand nombre de savants, agriculteurs et hygiénistes, Fleck, Fodor, Angus Smitth, Möller, Port, Wollny, Wolffhügel et d'autres, se sont occupés de doser l'acide carbonique de l'air du sol. On doit à Fodor un procédé de recherches dans cette direction, qui consiste à introduire, à des profondeurs variables, dans un trou de forage que l'on comble ensuite avec de la terre, un thermomètre et des tuyaux de plomb destinés à aspirer l'air du sol. Ceux-ci s'adaptent à un appareil d'aspiration d'une contenance connue qui fait passer l'air du sol dans une solution de baryte titrée, où CO^2 est absorbé et devient d'un

dosage facile (méthode de Pettenkofer). Nous résumons ci-dessous ses résultats de 1874, à Klausenbourg, et de 1876 à Buda-Pest (casernes Ullöe, Karl, Neuve).

Acide carbonique de l'air du sol (vol. p. 1000).

STATIONS D'OBSERVATION.	4 MÈTRES.	2 MÈTRES.	1 MÈTRE.
Cour de l'Université (Klausenbourg)	107.5	37.6	18.7
Cave de l'Université (Klausenbourg)	»	7.9	5.9
Sol de l'hôpital (Klausenbourg)	»	10.0	3.7
Sol d'une colline hors de la ville	»	14.1	9.1
Caserne d'Ullöe	28.7	6.6	4.8
Caserne Karl	36.5	28.4	18.1
Caserne Nueve	20.1	14.3	13.7

Pettenkofer, à Munich, dans un sol de cailloux roulés calcaires (*Alpenkalkgerölle*), avait constaté les moyennes suivantes :

Pour 1000 *volumes d'air du sol.*

De janvier à mars	1871	3.9 CO^2
	1872	4.7 —
D'avril à juin	1871	5.5 —
	1872	12.7 —
De juillet à septembre	1871	12.7 —
	1872	21.0 —

Lewis et Cunningham, à Calcutta, ont recherché l'acide carbonique de l'air du sol sur un terrain en repos depuis vingt-cinq ans et sans souillures à la surface. Nous avons déjà dit que les proportions de CO^2 dans le sol leur parurent augmenter avec les pluies. Voici les chiffres réels.

Acide carbonique dans le sol, à Calcutta.

PROFONDEUR.	MAXIMUM.	MINIMUM.
1 mètre	11 p. mille (septembre).	4 p. mille (mai).
2 mètres	12 p. mille (septembre et janvier).	7 p. mille (mars).

Dans une station à 45 mètres de la première, utilisée en 1874-1875, à des profondeurs de 6 et 10 pieds, on obtint les résultats exprimés dans la double courbe de la figure 1.

En Amérique, Nichols, à Boston, regarde l'acide carbonique comme le plus sûr indice de la souillure du sol. Il a expérimenté en un terrain conquis sur l'eau, à l'aide de la projection de cailloux dans la vase. Comme la couche de remplissage variait d'épaisseur et, par conséquent aussi, la proximité de l'eau souterraine par rapport à la surface, on fut naturellement amené à recueillir l'air du sol aux profondeurs diverses de 2, 3 et demi, 6 et 10 pieds anglais.



CO^2 *dans un marais comblé, à Boston.*

A 2 PIEDS.		A 3 PIEDS 1/2.		A 10 PIEDS.	
23 mai	1,76	4 mai	1,39	18 juin	7,58
17 juin	3,56	7 —	1,54	25 juin	15,28
25 juin	3,13	15 —	1,51	8 juillet	15,79
25 juillet	4,77	18 —	2,20	15 août	14,66
16 septembre	6,71	22 —	2,26	1er octobre	8,16
» »	»	» »	»	8 novembre	3,22

En considérant que, sur une surface de 1000 centimètres carrés, il se dégage par jour 17.5 centimètres cubes de CO^2 du sol, Fodor estime que

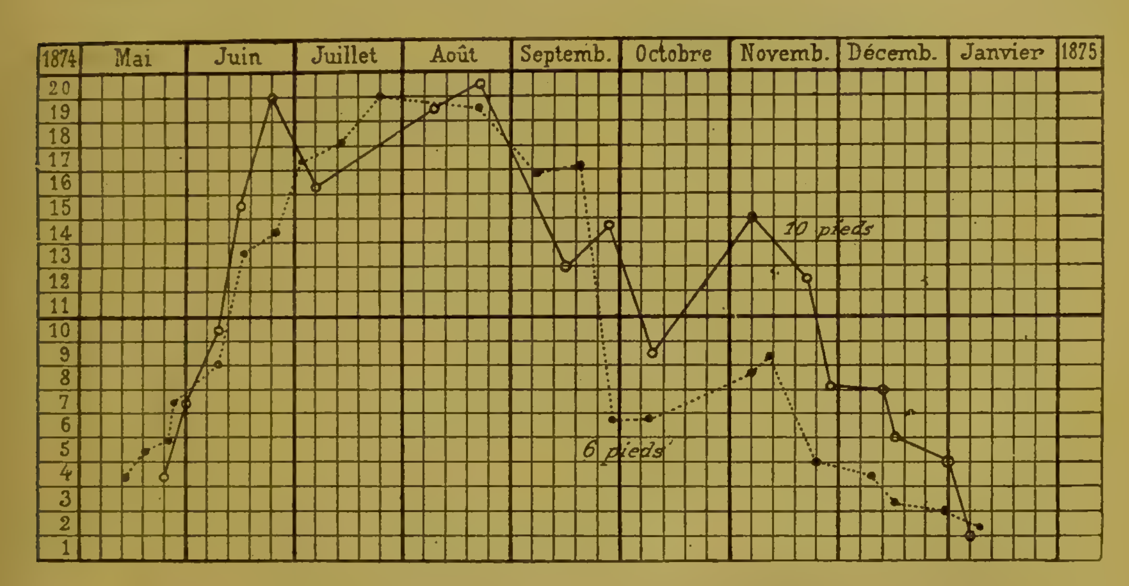


Fig. 1. — CO^2 *p.* 1000 *à* 6 *pieds et à* 10 *pieds de profondeur* (d'après Lewis et Cunningham).

la respiration de l'homme et des animaux, les foyers divers, ne sont rien auprès du sol au point de vue de la production de l'acide carbonique qui fait partie intégrante de l'atmosphère. L'eau souterraine, peut-être, pourrait en céder aussi au sol, par réduction des bicarbonates qu'elle peut contenir; mais Pettenkofer fait remarquer que la couche d'air du sol en contact avec la surface de la nappe souterraine renferme bien plus de CO^2 que l'eau ne saurait lui en fournir. Le sol poreux est donc la source de CO^2 aussi bien pour l'eau que pour l'air qu'il renferme.

Variations des proportions d'acide carbonique dans le sol. — Il ressort suffisamment des données qui précèdent que CO^2 est plus abondant à la profondeur, jusqu'à de certaines limites, que dans les couches rapprochées de la surface. C'est probablement une simple question de diffusion; les couches superficielles sont plus énergiquement ventilées que les autres. Aussi Port, dans les observations faites aux stations officielles de Munich, a-t-il remarqué quelques rares exceptions à cette règle.

Les proportions de CO^2 varient d'un point à l'autre d'une même ville. Si l'acide carbonique est bien le baromètre de la souillure du sol, on comprend que la fièvre typhoïde, le choléra, dont les germes paraissent se plaire sur les sols putrides, se distribuent irrégulièrement dans les villes, se limitent à certains quartiers, voire même à certains immeubles.

La richesse du sol en CO^2 est en raison inverse de sa perméabilité. A souillure égale, le sol argileux, par exemple, retient l'acide carbonique plus énergiquement que le sol léger. Le second est facilement ventilé et permet la diffusion des gaz ; le premier ne s'y prête pas. Par la même raison, la pluie, qui ferme les pores du sol, y élève les chiffres de CO^2.

Il est à peine besoin de constater que l'acide carbonique du sol est, au contraire, en raison directe du degré de souillure de la surface et des premières couches.

Dans ses dernières recherches (1886) sur l'acide carbonique du sol, Wollny a indiqué un certain nombre de circonstances qui influent sur les proportions de cet élément. En des terrains en pente, il y en a davantage sous les pentes de 20 degrés et tournées vers le sud, moins sous celles de 10 et même 30 degrés regardant le nord. C'est, évidemment, une question de chaleur et d'humidité, plus ou moins favorables aux microorganismes et aux oxydations. Pour les mêmes raisons de température et d'humidité, il y en a plus dans le sol de couleur sombre, qui s'échauffe davantage et évapore plus, que dans le sol de couleur claire. Si l'on élève un remblai, il y a plus d'acide carbonique sous la terre annoncelée que sous la rigole creusée au pied du remblai. La stratification du terrain a une sérieuse influence, si les strates opposent de la résistance au mouvement des gaz. Pendant la saison chaude, le sol revêtu de végétaux vivants a moins de CO^2 que le sol nu et celui-ci moins encore que le sol couvert de plantes mortes. Il n'échappera point qu'il y a là, à la fois, une question de température, d'évaporation et d'aliment à la décomposition organique.

Quelques-uns des tableaux qui précèdent font voir que CO^2 est plus abondant au sein du sol dans les mois les plus chauds. Fodor trouve tous ses *maxima* en juillet ; les *minima* sont en janvier, pour la profondeur de 1 mètre ; en mars, pour les profondeurs de 2 et 4 mètres. Diverses influences peuvent intervenir ici, spécialement le *régime des pluies* de la contrée. Mais l'une de celles qui sont le moins contestables, c'est la *température* qui, assurément, favorise de plus d'une façon les phénomènes de décomposition organique, desquels résulte l'acide carbonique du sol. Nichols attribue à la température un si grand rôle qu'elle lui paraît primer l'intensité des oxydations. Port remarque qu'à Munich, le chiffre le plus élevé de CO^2 appartient, non aux mois d'été, mais à l'automne, et que l'époque du plus grand abaissement de sa production varie de janvier à juin. Nous ne sommes pas persuadé qu'il y ait ici une dérogation positive à la règle ; indépendamment de diverses conditions qui la modifient sans la détruire, nous verrons que la température au sein du sol retarde sur celle de l'air extérieur et qu'à une certaine profondeur les *maxima* tombent précisément en automne.

D'autre part, la température extérieure, de même que les *oscillations barométriques* et les *vents*, déterminent, dans les proportions de l'acide carbonique de l'air du sol, des oscillations liées aux mouvements de cet air, que nous étudierons un peu plus loin. Disons, en un seul mot, que la courbe de CO^2 est en sens inverse de celle des indications du baromètre.

Acide carbonique à la surface du sol. — Il nous a paru intéressant de reproduire à cette place quelques observations qui continuent rigoureusement les précédentes et, en nous donnant une idée de l'abondance de CO^2 émergé du sol, révèlent un détail curieux sur les qualités de l'atmosphère en contact avec la croûte terrestre.

Nichols, recherchant les proportions de CO^2 à la surface du sol, constata 6.1 p. 1,000 le 16 octobre, et 3.8 p. 1,000 le 10 novembre. Fodor, qui avait eu le premier l'idée de cette exploration, obtenait antérieurement les chiffres qui suivent :

CO^2 *à la surface du sol p.* 1000 *volumes d'air à zéro et sous* 0m,760 *de pression.*

2 mars	0.573	12 juin (juin)	0.643
7 —	0.571	12 juin (nuit)	1.110
9 —	0.452	14 juin (jour)	1.134
13 —	0.472	14 juin (nuit)	1.003
15 —	0.926	29 juin (jour)	0.568
5 mai (jour)	0.523	29 juin (nuit)	0.849
5 mai (nuit)	0.806	8 juillet (jour)	0.856
6 mai (jour)	0.506	8 juillet (nuit)	0.670
6 mai (nuit)	0.444	12 juillet (jour)	0.574
9 mai (jour)	0.692	12 juillet (nuit)	0.670
9 mai (nuit)	0.805	13 juillet (jour)	0.483
11 mai (jour)	0.646	13 juillet (nuit)	0.912
11 mai (nuit)	0.746	14 juillet (jour)	0.701
		14 juillet (nuit)	0.943

On reconnaît dans ces colonnes la constante production de CO^2 dans le sol et son émanation considérable à tout instant, mais d'ordinaire plus la nuit que le jour, comme si l'air extérieur devait attendre jusqu'à la nuit le résultat chimique des réactions qui se sont accomplies à la faveur du calorique lentement introduit dans la terre pendant la durée du jour.

Ammoniaque dans l'air du sol. — Le gaz ammoniac provient de la décomposition des matières azotées. Il se forme volontiers dans les terrains riches en humus (la tourbe par exemple). Dans le gravier, les décompositions organiques donnent plutôt lieu à des nitrites et à des nitrates qu'à l'ammoniaque. Le dosage de cet élément est assez difficile. Néanmoins, Fodor l'a tenté et a pu fixer quelques faits. Dans 100 litres d'air à 0° sous 0m,760 de pression, il a trouvé :

LIEU ET PROFONDEUR.		DATES.	AzH^3 EN GRAMMES.
Cour de l'Université	2 m.	19 novembre.	0.000048
— —	2 m.	25 —	0.000052
Sol d'une cave	2 m.	2 décembre.	0.000075
— —	2 m.	8 —	0.000082

Par comparaison, Smith a constaté pour le même volume d'air :

Dans l'intérieur de Londres : 0.0000028 à 0.000005;
Dans une chambre à coucher, 0.00001 et même
Dans une fosse à fumier, simplement 0.000033.

Les recherches de Nichols ont aussi porté sur l'ammoniaque de l'air tellurique des marais, mais sans résultat appréciable.

Hydrogène sulfuré dans le sol. — Ce gaz, qui probablement joue un rôle important dans l'atmosphère de certaines galeries de mine (houille), n'a pas été reconnu par les observateurs dont il vient d'être question.

Hydrogène carboné. — En expérimentant sur la vase d'un canal, Nichols put déterminer trois fois la proportion de gaz des marais à la profondeur de 14 pouces ($0^m,35$) : elle était de 5,26 le 24 juin; de 10,28 le 1er juillet; de 0,92 le 26 août (pour 1,000, en volume).

Absorption des gaz par le sol. — Il ne faut pas confondre avec la perméabilité du sol à l'air le pouvoir d'*absorption* ou de *condensation* des gaz, qu'il possède à un degré variable, quelquefois tel qu'il peut renfermer un volume de gaz bien supérieur au sien. D'après Babo (cité par Soyka), le sol désséché à 35-40° absorbe la vapeur d'eau aussi énergiquement que l'acide sulfurique concentré, le chlorure de calcium, etc. L'azote, l'oxygène, l'acide carbonique, l'oxyde de carbone, l'ammoniaque, les hydrogènes sulfuré et carboné (Saussure, Reichardt et Blumtritt, Scheermesser, Dehérain, Simon, Brustlein, Eichhorn, Bretschneider, Hervé-Mangon, etc.), peuvent être absorbés et condensés par le sol, qui favorise, d'ailleurs, du même coup la transformation de quelques-uns d'entre eux. L'abaissement de la température aide à cet effet; il atteint son maximum entre 0° et 18°. La proportion des gaz condensés croît avec la finesse des grains, c'est-à-dire avec le nombre des pores et l'étendue de la surface d'adhérence.

Soyka explique par cette absorption ce fait remarquable, observé par Biefel et Poleck, que le gaz d'éclairage qui se perd dans le sol se dépouille des carbures d'hydrogène lourds et des vapeurs odorantes; circonstance éminemment redoutable, puisque, dans les cas où ce gaz reflue dans l'intérieur des habitations, son odeur cesse d'avertir les occupants qui deviennent dès lors des victimes.

Role sanitaire de l'air du sol. — L'air du sol forme une grande partie des *effluves*, des *émanations*, c'est-à-dire des gaz et vapeurs émanés de la terre, que l'on appelait aussi « *miasmes* » et auxquels on attribuait le rôle capital dans l'étiologie de beaucoup de maladies infectieuses, spécialement les *fièvres palustres* et la *fièvre typhoïde*. Aujourd'hui, que l'on sait que les maladies infectieuses relèvent d'organismes vivants, les « émanations » du sol, comme telles et à supposer qu'elles ne véhiculent point de microorganismes offensifs, n'ont plus, selon la juste expression de Soyka, qu'une valeur symptomatique. Elles prouvent qu'il y a dans le sol des décompositions organiques, des oxydations et même, remarque Fodor, de la *putréfaction* dans la profondeur, quand l'air pénètre malaisément; par suite, des champignons inférieurs dont quelques-uns pourraient être dangereux.

Savoir si les gaz remontant du sol les mêleront à l'air atmosphérique, c'est une question que nous traiterons en son lieu et que nous résoudrons généralement par la négative. Mais c'est quelque chose de prouver que le sol est sale et qu'il est apte à nourrir des germes. Par ailleurs, l'air du sol, lorsqu'il est suffisamment riche en CO^2, en hydrogène sulfuré ou carboné (puits ou galeries de mines) est impropre à la respiration ou même toxique. Des puisatiers ont été asphyxiés par CO^2 en descendant au fonds d'un puits (exemple à Chécy, près d'Orléans, en 1876). Sans, même, s'arrêter trop à ces accidents aigus et rares, il est bien probable que le mélange, à l'air atmosphérique, des gaz issus d'un sol putride est d'un usage fâcheux et très propre à affaiblir, fût-ce banalement, la vitalité des individus. Il n'engendre pas la fièvre typhoïde ni le choléra, mais il y prépare au mieux. On comprend ainsi que les épidémiologistes de l'ancienne École attribuent souvent la fièvre typhoïde à des « émanations ».

Quant à l'influence de l'air du sol sur la vitalité des microorganismes eux-mêmes, elle est très variable et encore mal étudiée. Les *moisissures* ont besoin d'oxygène. Les *levûres* prospèrent sous l'action de l'air et de la chaleur, mais peuvent, à la rigueur, se passer du premier. Des *schizomycètes* (bactériens), les uns ont besoin d'air (*aérobies*) ; c'est le plus grand nombre. D'autres s'en passent (*anaérobies*) et perdent même de leurs propriétés sous l'action de l'oxygène. Quelques-uns s'adaptent à vivre alternativement dans l'air et sans air. Parfois, l'air est une condition de sporulation ; tantôt, c'est le contraire. En général, les bactéries de la putréfaction sont avides d'oxygène. L'acide carbonique à petites doses excite les bactéries ; à haute dose il les paralyse.

C'est déjà beaucoup que l'air du sol puisse favoriser ou entraver la réussite, au sein du sol, de microorganismes qu'un autre véhicule sera capable de recueillir et de porter à distance.

Si l'air du sol n'en ramène pas au dehors les germes, fussent-ils simplement les organismes de la putréfaction, il n'y a pas lieu d'accepter l'explication que donne F. Rabitsch (de Klagenfurth) de la prédominance, observée par lui, du *catarrhe gastrique aigu* dans les périodes de dépression barométrique, c'est-à-dire alors que l'air du sol s'élève le plus aisément au dehors. L'auteur suppose, en effet, que ce catarrhe est dû à l'irritation, banale ou non, que produisent sur la muqueuse gastrique les germes du sol, déposés par l'air ascendant sur les lèvres, dans la bouche, le pharynx, et ensuite déglutis avec la salive ou les aliments.

D. **Mouvements de l'air du sol.** — Il y a entre l'atmosphère libre et l'air du sol, des échanges incessants dont la perméabilité du sol est la raison suffisante. On a remarqué maintes fois que des ouvriers, surpris par un éboulement dans une galerie de mine, pourvu qu'ils ne fussent pas écrasés, renouvelaient suffisamment leur air à travers d'épaisses couches de terre pour conserver la vie. Ce sont là des mouvements dans le sens vertical. D'autres s'accomplissent d'un point à un autre de l'intimité même du sol, dans le sens horizontal. L'air, en effet, est essentiellement mobile et, dans le sol comme au dehors, il obéit aux changements de pression, à la

température, au vent, au mouvement de l'eau souterraine. On remarquera que ces trois dernières circonstances se traduisent aussi par des changements de pression.

1. Il semble, théoriquement et *à priori*, que quand la *pression atmosphérique* baisse, l'air du sol doit s'élever, de la profondeur vers la surface et, par suite l'acide carbonique augmenter dans les couches superficielles, auxquelles il afflue d'en bas. Inversement, une augmentation de pression refoule l'air du sol et, d'ailleurs, provoque la dilution de CO^2 par l'air extérieur pénétrant dans la terre. Telle était l'idée d'A. Vogt (1874). Le professeur Fodor (1877) compara, à cet égard, en quatre stations, les proportions de CO^2 constatées dans le sol, à 1 mètre de profondeur, soit au moment de l'ascension, soit au moment de la chute du baromètre, avec les mêmes valeurs observées le jour précédent. La moyenne de 463 constatations prouva que l'acide carbonique avait augmenté avec la chute du baromètre en trois stations et diminué en une seule. Toutefois, l'augmentation est si peu sensible que, dans des observations isolées, les rapports entre les oscillations du baromètre et celles de CO^2 peuvent échapper à l'observateur. Wolffhügel, à Munich, est arrivé à des résultats identiques. Néanmoins, Soyka pense qu'il ne faut pas en conclure que les oscillations barométriques sont sans influence sur les mouvements verticaux de l'air du sol. Ce phénomène peut ne s'accomplir que très lentement, à cause des résistances semées sur la route de l'air et de la faiblesse de la force motrice. La *diffusion* de CO^2 masque peut-être les mouvements réels. Il y a probablement un échange de ce gaz entre les couches qui en ont le plus et celles qui en ont le moins.

2. Fodor attribue, avec raison, une influence capitale à la *température* sur ce qu'il appelle les « courants » de l'air du sol. En effet, la température n'est jamais en équilibre, du sol à sa surface et à l'extérieur ni même d'un point à un autre de l'épaisseur du sol. D'où des différences de densité ou de tension entre l'air intérieur et celui du dehors ou entre des couches différentes du premier. Les colonnes les plus denses vont vers les moins denses, qui font appel.

L'air du sol est plus froid en été et, généralement pendant le jour, que l'air de l'atmosphère ; à ces époques, il s'élève. En hiver et pendant la nuit, il est plus chaud ; dans ces conditions, c'est l'air extérieur qui pénètre dans le sol. Soyka fait remarquer que ce fait est en contradiction avec l'explication traditionnelle du danger d'infection nocturne, dans les pays palustres. C'est qu'il est probable qu'on se trompe en attribuant cette infection à l'ascension de l'air du sol ; il est plutôt à croire que le danger est dû à la précipitation, au moment où l'air extérieur se refroidit, de la vapeur d'eau tenue en suspension à la faveur de la chaleur diurne ; cette rosée entraîne avec elle les germes qui flottaient dans l'air pendant le jour et c'est là ce qui est redoutable.

Les différences de température de la surface et d'une couche à l'autre déterminent des courants aériens secondaires. Litrow les a démontrés expérimentalement. Ces courants expliqueraient (Wildt) les irrégularités des minima journaliers de CO^2 à la profondeur.

En considérant, non plus les échanges entre le sol et l'air libre, mais les échanges entre le premier et l'air de nos habitations, Soyka fait, à la salubrité de la maison, une application intéressante des principes ci-dessus énoncés et des faits observés par Forster, sur la diffusion de l'acide carbonique, par Renk et Fodor sur la richesse en CO^2 de l'air des caves. L'air de la maison est presque toujours plus chaud que l'air du sol et que l'air extérieur. Il fait donc appel sur l'un et l'autre et, si les caves, les sous-sols, ne sont exactement blindés ou, ce qui vaut mieux, ventilés, leur air se charge d'acide carbonique de l'air du sol et, le cas échéant, de gaz d'éclairage. Cet appel est, en effet, le réel mécanisme de l'introduction de ce toxique dans nos habitations (Pettenkofer, Hofmann, Layet, Welitschkowsky, Wolffberg). Nous aurons l'occasion d'y revenir.

3. Le *vent* provoque toujours des vagues dans l'air du sol, qui est comme lavé par l'air atmosphérique. Fodor, dans 111 observations, en comparant les proportions d'acide carbonique du sol dans les jours de vent avec celles des calmes, a constaté que, 67 fois, le vent amenait une diminution, 44 fois une augmentation de cet élément de l'air tellurique. L'effet le plus ordinaire est donc une ventilation salutaire du sol; ce que Pettenkofer avait déjà cherché à démontrer. L'effet est de courte durée. En outre, il dépend beaucoup des conditions dans lesquelles le vent a donné. Le vent qui souffle contre la muraille d'une maison détermine en avant de ce mur un excès de pression et une dépression en aval; c'est encore une manière de favoriser l'entrée de l'air du sol dans nos demeures.

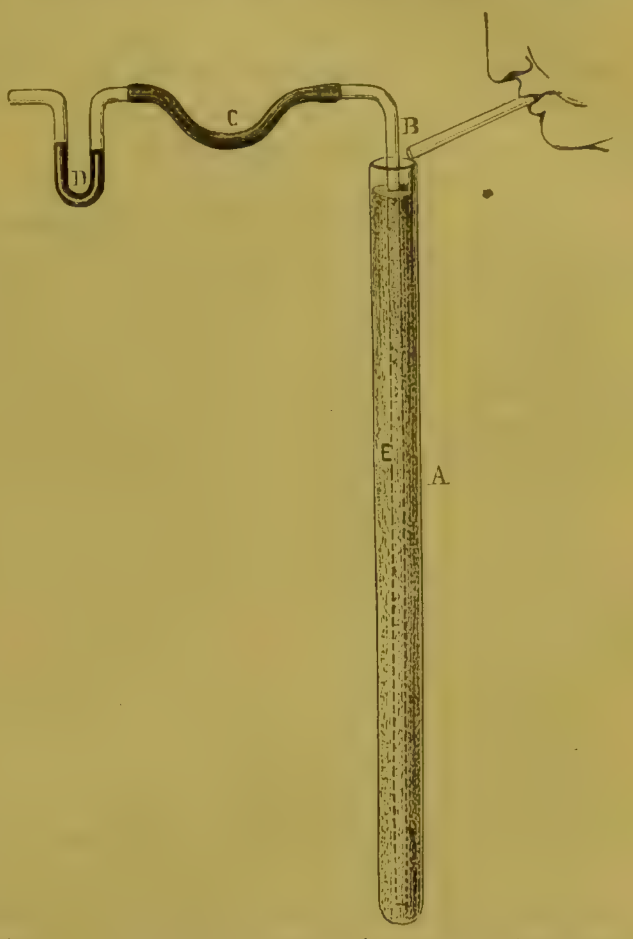


Fig. 2. — *Appareil de Pettenkofer pour démontrer l'action de l'air extérieur sur le mouvement des gaz du sol.*

Pettenkofer montre, à l'aide de l'appareil représenté par la figure 2, l'action du vent et de l'excès de pression sur le mouvement des gaz du sol. — Dans le tube A, rempli de gravier, plonge jusqu'au fond un tube plus mince E, mis en communication par son extrémité supérieure avec un tube en U, à demi-plein d'eau. Si l'on

souffle à la surface du gravier, l'eau monte dans la branche libre du tube en U. On peut colorer cette eau pour rendre le résultat plus sensible.

4. Nous avons déjà constaté que la *pluie* bouche les pores du sol, à la surface, et en arrête la ventilation. Il est bon de remarquer que la partie du sol qui n'est pas mouillée, au moment de la pluie, est précisément sous nos habitations. Il s'établit donc là une fâcheuse compensation et les échanges entre l'air du sol et l'air extérieur y redoublent d'activité. — Par ailleurs, les mouvements de la nappe souterraine dans le sens vertical ont nécessairement cet effet que l'ascension du niveau détermine le refoulement vers le haut de l'air du sol, et que sa chute fasse appel sur cet air dans le sens de la profondeur. Il est clair que les oscillations gazeuses qui en résultent se font d'une façon insensible.

De patients observateurs (Fleck, Renk, Ammon, Welitschkowsky), dont Soyka résume les travaux, ont cherché à mesurer la vitesse des courants aériens du sol. Ils ont obtenu des vitesses théoriques de 17 à 106 millimètres par seconde; mais les frottements atténuent les chiffres dans la réalité. Quoi qu'il en soit, la vitesse est ordinairement suffisante à transporter des Schizomycètes, puisqu'un courant d'air, passant avec une vitesse de 8 millimètres à travers un liquide qui en renferme, peut les porter à une certaine distance. Mais beaucoup d'autres circonstances interviennent ici. Les Schizomycètes dans l'air ne voyagent pas seuls; ils sont accolés à d'autres ou à des particules d'une nature étrangère, qui ne leur permettent pas de passer aussi aisément qu'on aurait cru. D'où cette loi paradoxale, formulée par Hesse : que les moisissures, beaucoup plus grosses que les Schizomycètes, sont plus aisément transportées qu'eux; les individus de la première catégorie voyagent seuls.

3° Rapports du sol avec l'eau.

La présence de l'eau dans le sol et la manière dont elle s'y comporte, même sans parler encore de la nappe souterraine, empruntent leur importance à ces deux faits sommairement exprimés par Fr. Hofmann, savoir : qu'elles règlent les processus de décomposition aussi bien que le développement et la multiplication des microorganismes au sein du sol; — et que l'eau peut servir de véhicule aux germes et aux matières nuisibles, soit dans le sens horizontal, soit vers la profondeur. La production de CO^2 au sein du sol, preuve et résultat de l'oxydation des matières organiques, n'a pas lieu dans un sol parfaitement sec; elle croît au fur et à mesure de l'humectation du sol, jusqu'à un point maximum au-delà duquel elle décroît de nouveau (Möller, Wollny, Soyka). Un sol qui, à 20°, avec une proportion de 6.79 p. 100 d'eau, mettait dans l'air du sol 3.22 p. 100 de CO^2, en produisit 54.24 p. 100 avec 26.79 p. 100 d'eau; 61.49 p. 100 avec 46.79 p. 100 d'eau. En faisant fermenter par la levûre de bière une solution sucrée, versée sur un sol formé de perles de verre, Soyka constata que la fermentation n'a pas lieu au-dessous de 3.5 p. 100 et que son maximum d'intensité est aux environs de 35 p. 100 d'eau.

L'eau des premières couches, d'ailleurs, constitue une réserve puissante, absolument nécessaire pour que les précipitations aqueuses bénéficient à la nappe souterraine ; à bien dire, la nappe souterraine n'est alimentée que par le superflu de cette réserve.

Les lois générales, en cette matière, primitivement étudiées par les agronomes, ont été recherchées dans ces derniers temps par les hygiénistes. Elles commencent à pouvoir être formulées. Mais elles servent surtout à faire saisir la complexité de cette question, que quelques-uns se bornent à résoudre par des hypothèses. Pour parler exactement, on ne connaîtra bien les rapports avec l'eau d'un sol quelconque, pris en particulier, que quand on les aura étudiés directement dans ce sol lui-même.

1. **Proportions d'eau dans le sol.** — Il ne s'agit pas ici de l'eau qu'on pourrait appeler *de constitution*, qui humecte les roches les plus dures, dites *imporeuses;* ni de celle que certains corps peuvent prendre, comme l'*anhydrite*, par affinité chimique; mais de celle qui peut se déplacer dans le sol et lui donner la propriété d'être *humide*, dans le sens vulgaire du mot.

La présence de l'eau dans le sol a pour raison d'être la *porosité* de celui-ci; mais la porosité n'est la mesure exacte de l'humectation que dans les couches où existe une nappe souterraine, c'est-à-dire là où l'eau remplit tous les pores, après en avoir expulsé tout l'air, sauf celui qui y est retenu par adhérence ou par condensation. D'ordinaire, il y a à la fois de l'eau et de l'air dans les pores du sol.

Des roches très dures, qui ne renferment que très peu d'eau à l'état compacte, peuvent en recevoir une quantité notable à l'état pulvérulent. La granite compacte ne prend que 0.06 d'eau p. 100 de son poids ; en poudre, il en admet 27 p. 100. Il en est de même des trapps désagrégés, qui forment les terres à coton dans l'Inde.

Les caractères minéralogiques et chimiques ont une grande influence sur la quantité d'eau contenue dans le sol. L'argile plastique renferme deux fois plus d'eau que le sable d'alluvion ; *le sol souillé de matières organiques, beaucoup plus que le sol resté pur*. Mais la structure mécanique est probablement plus décisive encore. La saison de l'année, la profondeur à laquelle on observe, ont aussi leur importance (Fodor, Hofmann). Ces faits ressortiront des tableaux que nous donnons plus loin. Disons seulement que les quantités d'eau varient dans une assez grande étendue, non seulement d'un sol à l'autre, et d'une couche à l'autre d'un sol unique, mais encore dans le même sol, d'une époque à la suivante ; par exemple de 32 grammes d'eau à 168 p. 1,000 grammes de sol (Fodor); de 32 à 687 grammes par litre de sol (Hofmann).

Pour 1000 litres de sol, Fleck, à Dresde, constatait les poids d'eau suivants :

à 0m.01 de profondeur,	dans	un sable très fin	31kil	.7
à 0 12	—	une terre noire de jardin	73	8
à 1	—	le sable très fin	33	9
à 2 10	—	un sable légèrement argileux	125	6
à 3 10	—	le même	137	4

à 3m 37 de profondeur,	dans un gravier très argileux		117kil.0
à 4 10	—	— le gravier	54 2
à 5	—	— le sable très fin	29 6

D'ailleurs, indépendamment du régime des précipitations aqueuses, la quantité d'eau contenue dans le sol est essentiellement réglée par la *capacité du sol pour l'eau*, la *circulation capillaire*, la *perméabilité*, l'*évaporation* (Soyka).

2. **Capacité du sol pour l'eau.** — C'est le résumé des causes qui président aux faits ci-dessus énoncés. Soyka l'appelle encore *humectation spécifique* et distingue justement le point de *saturation* ou *capacité maxima*, auquel le sol possède toute l'eau qu'il peut retenir, et la *capacité absolue*, dans laquelle la proportion d'eau est réduite au minimum. La saturation existe en permanence dans la couche en contact avec la nappe souterraine, et d'une façon intermittente dans la couche superficielle, qui reçoit les pluies. Cette propriété règle donc essentiellement l'*absorption* d'eau par le sol.

L'eau est retenue dans le sol, mouillé de haut en bas ou de bas en haut, par adhérence et par action capillaire. Ces deux forces ont pour antagoniste la pesanteur. L'action des canaux capillaires étant en raison inverse de leur diamètre, on soupçonne que le point de saturation aqueuse du sol (capacité *maxima*) s'élèvera avec la petitesse des grains. C'est, en effet, la *structure* du sol qui entraîne les plus grandes différences dans les proportions d'eau. Les expériences faites à cet égard ont démontré aussi que plus le grain est fin, plus il y a de concordance entre le chiffre de saturation aqueuse et celui du volume des pores (Renk, Mayer, Hofmann).

Nous mentionnerons les recherches accomplies par Hofmann sur le sol quartzeux du diluvium de Leipzig. Dans un tube de fer-blanc de 4 centimètres 62 de diamètre intérieur, on tassa du sable et du gravier tamisés, de diverses grosseurs de grains. Les dimensions connues du tube donnaient le volume du remplissage ; d'autre part, le poids spécifique de chaque échantillon de sable avait été déterminé au picnomètre. On pouvait donc en tirer le volume absolu du sable sec et des lacunes libres. En pesant les tubes d'essai remplis de sable, avant et après l'humectation complète, on connaissait le volume du sable sec et celui de l'eau qu'il retenait.

Dans le tableau ci-après, les valeurs sont rapportées à 1000 c.c. de sol.

Capacité du sol pour l'eau, au degré de la saturation (d'après Hofmann).

DIAMÈTRE DES GRAINS.	POIDS SPÉCIFIQUE du sable.	UN LITRE DE SOL			ESPACE AÉRIEN persistant encore :	D'UN VOLUME DE PORES = 100 sont remplis d'eau :
		PÈSE, sec :	RENFERME un volume de pores de :	CONTIENT, mouillé, en cent. cub. d'eau :		
	gr.	gr.	cc.	cc.	cc.	
5mm	2.68	1517	434	55	379	12.7 0/0
3	2 66	1550	418	77	341	18.4 —
2	2.66	1567	410	98	312	23.9 —
1	2.66	1597	400	150	250	37.5 —
0mm,5	2.65	1562	413	270	143	65.4 —
Au-dessous	2.68	1575	413	347	66	84.0 —

Les résultats, à Leipzig, sont conformes à ceux de Renk, à Munich. *A grandeur égale du volume de pores libre, la pluie la plus forte peut laisser tel sol pauvre en eau, tandis que tel autre en emmagasinera de grandes quantités.*

Dans un sol à larges pores et sans humus, fait remarquer Hofmann, presque tous les pores restent à l'état de vacuoles remplies d'air, même quand il y a surabondance d'eau par la pluie ou par l'ascension de l'eau souterraine. Or, il est évident que le mode et la durée des phénomènes de décomposition seront différents dans un sol qui, avec un volume de 37.9 p. 100 d'air, renferme au maximum un volume de 5.5 p. 100 d'eau et dans un autre, qui possède 34.7 d'eau contre 6,6 p. 100 d'air. Toutes les grandes lacunes d'un sol qui, à cause de la taille de ces lacunes mêmes, retient peu d'eau de capillarité, sont entourées d'un réseau de voies capillaires plus fines, dans lesquelles les impuretés du sol se diluent en temps pluvieux, se concentrent par la sécheresse.

La *constitution chimique* et *minéralogique*, sans avoir l'importance de la structure, influe cependant sur la capacité du sol pour l'eau (A. Mayer, Meister). Un sol sableux, à 82 p. 100 de sable, renfermant 45.4 d'eau p. 100 vol., un autre sol à 64 p. 100 de sable en a 65.7 p. 100, d'après Meister; un sol gypseux, 52.4; un sol calcaire, 54.9; argileux, 60.1; tourbeux, 63.1; la terre de jardin, 69; l'humus, 70.3.

Ainsi la richesse du sol en argile (*Lehm*), en humus, en matière organique, élève la capacité pour l'eau. D'ailleurs, la tourbe pure peut prendre de 3 à 10 fois son poids; la paille, 226 à 281 d'eau p. 100 de son poids (Krutsch); les aiguilles de sapin et de pins, 221 à 308; les feuilles de hêtre, 441. C'est, dit Soyka, de la part des matières organiques, de l'*imbibition*. Mais cela explique la haute capacité pour l'eau du sol qui renferme ces matières. D'où la vérité de cette parole d'Hofmann : que protéger le sol contre les souillures organiques, c'est une manière de l'assécher.

La *capacité absolue*, c'est-à-dire celle qui correspond à la moindre quantité d'eau, suit les mêmes lois que la précédente (Renk, Hofmann, Wollny).

L'humectation qui se fait de bas en haut est plus efficace que l'inverse; peut-être, parce que l'air des vacuoles du sol s'échappe aisément dans le premier cas et qu'il se comprime dans le second.

3. **Circulation capillaire de l'eau dans le sol.** — On peut considérer l'action de la capillarité sur l'ascension de l'eau dans le sol ou sur son cheminement de haut en bas, dans lequel elle se réunit à la pesanteur.

Quand on plonge dans l'eau un tube rempli de terre et ouvert aux deux extrémités, l'eau monte dans l'intérieur, plus ou moins rapidement et à une hauteur variable. Il est clair que les conditions qui règlent la rapidité et le degré de cette ascension rentrent dans les lois communes : l'aptitude du sol à se laisser mouiller, la forme des capillaires, la porosité des éléments du sol et les modifications que peut y apporter l'absorption d'eau.

Selon Meister (cité par Soyka), le sol argileux possède la *propriété capillaire* au plus haut degré; le terreau vient ensuite; puis, les sols sableux;

enfin, le gypse et la craie. Au point de vue de la rapidité d'ascension, l'ordre serait : sol sableux, argile, tourbe, craie. Toutefois, il y a plus de différence dans les chiffres qui expriment la rapidité d'ascension que dans ceux qui représentent la hauteur (Edler, Klenze).

Plus les grains du sol sont petits, plus la capillarité est élevée. C'est comme si l'on répétait cette loi de la physique, que *les hauteurs des liquides soulevés dans les tubes capillaires sont en raison inverse des diamètres des tubes.* En effet, avec des grains petits, les canaux capillaires du sol sont plus fins. Quand les grains sont gros, les espaces capillaires larges, l'eau monte rapidement, mais ne tarde pas à se ralentir et à s'élever moins vite que dans le sol à grains fins.

On peut rapprocher de l'ascension capillaire le déplacement horizontal de l'eau dans le sol, qui explique parfois le transport à distance de substances étrangères (rarement des microbes). Il explique aussi, grâce au changement de nature du sol d'un point à un autre, que deux localités voisines n'aient pas toujours la même eau ni en même quantité.

La conduction capillaire de haut en bas permet à l'eau de la surface d'entraîner dans la profondeur des substances dissoutes et peut-être un certain nombre de microorganismes. Cette eau pénètre dans le sol poreux jusqu'à ce qu'elle rencontre une couche imporeuse, en abandonnant sur son passage le tribut aqueux qu'exige la capacité hydrologique des couches traversées. Ici, encore, la rapidité de la saturation et de la traversée dépendent des caractères minéralogiques et surtout physiques du sol. Mais l'effet est inverse de ce que nous l'avons vu précédemment; la finesse des grains abaisse la rapidité de la descente aussi bien que la quantité d'eau qui descend. La capillarité est, cette fois, un obstacle. D'ailleurs, certains sols, comme l'argile, l'humus, la tourbe, se gonflent par l'accès de l'eau, augmentent de volume et diminuent l'ampleur de leurs pores. Ces circonstances exaltent la capillarité et tendent à faire retenir plus d'eau dans le sol. Il arrive, en pareil cas, qu'il existe une notable quantité d'eau à la surface, sans que l'on puisse être sûr qu'une fraction quelconque de cette eau gagnera la nappe souterraine.

4. **Perméabilité du sol pour l'eau.** — C'est la propriété que possède le sol de laisser passer l'eau à travers ses couches, après que la capacité de celles-ci pour l'eau est elle-même satisfaite.

Le professeur Soyka, à qui nous empruntons cette définition, fait rentrer dans la perméabilité le cas des sols compactes qui admettent l'eau dans des fissures, des failles, des excavations. C'est peut-être forcer le sens du mot.

La perméabilité est en raison inverse de la capillarité. Les sols poreux à fort pouvoir capillaire sont imperméables ou à peu près. L'argile, par conséquent, est imperméable et son association à d'autres éléments diminue la perméabilité de ceux-ci. Un douzième d'argile dans le sable diminue déjà sa perméabilité à un haut degré (Roth et Lex). La craie, dans des expériences dues à Seelheim, laissait passer deux fois autant d'eau que

l'argile; le sable 3,070 fois autant. L'argile, sous l'influence de l'imbibition, devient *plastique* et retient l'eau avec une singulière énergie. On ignore encore la nature de cette curieuse propriété. Cela n'empêche pas l'argile de se prêter à l'ascension capillaire de l'eau et d'être un mauvais sol pour y asseoir une maison.

Autrement encore, *la perméabilité du sol est d'autant moindre que le grain en est plus fin* et que les pores en sont plus petits.

L'argile, en couches fortement inclinées, présentant leur tranche à l'extérieur, redevient perméable à l'eau (schistes argileux), sinon comme élément du sol, au moins comme roche constituée. D'autres fois, c'est la désagrégation des roches qui les rend accessibles à l'eau (granite, roches calcaires et dolomitiques). En général, les sols de débris sont perméables. Cependant, il existe à l'extrémité N.-E. des Alpes (Soyka), des roches de grès fragmentées qui prennent bien l'eau, mais qui, renfermant de l'oxyde de fer, sous l'action des phénomènes météorologiques, s'en vont en une boue jaunâtre, avec des grains de sable et des plaques de mica, à peu près imperméable. Cela rappelle l'*alios* des Landes.

Absolument, aucun terrain, aucune roche n'est imperméable, puisque l'eau imbibe les couches de sol les plus profondes, suinte de la voûte des galeries de mine, quelquefois envahit les travaux et, finalement, se rapproche sans cesse du noyau central du globe. (Elle est à l'état de vapeur, à la faveur de la pression, par 600 degrés de température, vers 18,000 mètres de profondeur).

C'est la perméabilité du sol qui règle l'influence des précipitations atmosphériques sur l'humidité des couches superficielles et sur les oscillations de la nappe souterraine. C'est elle aussi qui est la raison première de la pénétration des souillures de la surface jusqu'à la profondeur.

En revanche, c'est aussi à la faveur de la perméabilité que le sol se prête à l'épuration des eaux d'égout par *irrigation* (Gennevilliers, Heubude, Osdorf), pratique déjà ancienne, mais dont la systématisation est une des plus belles conquêtes de l'hygiène moderne. Cette opération elle-même nous fera comprendre l'action mécanique et chimique du sol sur les matières que l'eau lui apporte.

5. **Le sol et la vapeur d'eau.** — L'air du sol est toujours humide, parce que le sol, même sec, lui abandonne de la vapeur de son eau profonde.

Nous avons dit avec quelle énergie le sol sec absorbe la vapeur d'eau. Schübler avait constaté que 1,000 grammes de terre, étalés sur une surface de 50 pouces carrés, absorbent en vingt-quatre heures :

Sable quartzeux	0	gr. de	vapeur d'eau.
Gypse	1	—	—
Terre arable	23	—	—
Argile	28	—	—
Terre calcaire	35	—	—
Terre de jardin	52	—	—
Humus	120	—	—

L'absorption de vapeur marche donc sensiblement comme la capacité pour l'eau. En fait, dans nos contrées, elle s'exerce rarement, parce que le sol est toujours assez humide pour émettre de la vapeur au lieu d'en prendre (Soyka). En outre, à peu de prefondeur, il est plus chaud que l'air pendant huit mois de l'année.

L'évaporation de l'eau du sol est le phénomène intéressant. Il s'exerce, non seulement aux dépens de l'humidité des couches superficielles, mais encore aux dépens des couches profondes, quand il est nécessaire, à la faveur de l'ascension capillaire de l'eau. Il est, naturellement, subordonné à la présence de l'eau dans ces couches diverses et réglé par la nature et la structure du sol. La tourbe et tous les sols riches de matière organique sont les plus propices à l'évaporation; le sable calcaire et le sable quartzeux le sont le moins. Les grains de $0^{mm},1$ de diamètre sont plus avantageux que les grains plus fins ou plus gros. Le revêtement du sol par une mince couche d'une terre légère diminue l'évaporation (Wollny); la présence de végétation l'augmente (A. Vogel, Wollny, Eser, etc.). Nous insisterons plus loin sur les végétaux évaporateurs et antipalustres : *Eucalyptus*, *Tournesol*, *Riz indien*, etc.

L'évaporation rend le sol plus perméable et le dispose à produire de la poussière. Par les fissures que cause parfois la rétraction du sol desséché, les échanges entre l'atmosphère et l'air du sol s'accomplissent avec une facilité probablement dangereuse (L. Colin). Plus tard, l'eau pénétrera sans obstacle par ces failles en miniature et gagnera la profondeur, peut-être avec des impuretés de propriétés redoutables.

Le phénomène, dans tous les cas, agit immédiatement sur les conditions d'humidité du sol et sur le niveau de la nappe souterraine, ainsi qu'on le montrera plus loin.

Le sable siliceux ne semble rien perdre de son volume par la dessiccation; mais les autres sols peuvent diminuer de 0 à 30 p. 100. Un volume de 1000 d'humus se réduit à 817; 1000 d'argile pure à 846 (Schübler).

Nous croyons utile de résumer ici une série d'expériences entreprises par Lissauer, à l'occasion de l'assainissement de la ville de Danzig par déversement de ses eaux d'égout sur les dunes de Heubude. On y trouve un bon procédé d'examen pour cette sorte de recherches et la confirmation par des faits de la plupart des lois formulées précédemment.

L'expérimentateur s'est servi d'un cylindre de fer-blanc, de la capacité de 400 centimètres cubes jusqu'à un point marqué par un trait, qu'il introduisait dans un manchon de fer, à deux valves (pour pouvoir être ouvert), muni d'un rebord intérieur auquel se fixe solidement le cylindre, et terminé à une extrémité par un couteau d'acier annulaire, tandis que l'autre porte une sorte de poignée. Le cylindre, enfermé dans son manchon, était enfoncé dans le sol à coups de marteau, jusqu'au trait indicateur de 400 centimètres cubes, puis retiré plein par la poignée du manchon, duquel il était facile de l'extraire ensuite. Les sols soumis à cette méthode d'examen furent : du sable des dunes destinées à être irriguées, le terrain lui-même sur lequel se faisait l'irrigation, l'argile et l'humus.

Le sable. — Quand, sur un cylindre rempli de sable de dunes, desséché à l'air,

on verse goutte à goutte de l'eau distillée, cette eau disparaît au fur et à mesure. Il est facile de remarquer, à l'œil nu mais surtout à la loupe, qu'elle s'insinue dans les lacunes laissées par l'amoncellement au hasard et irrégulier des grains de quartz; c'est une sorte d'aspiration. Si l'on inonde, au contraire, d'un seul coup toute la surface de ce sol partiel, le niveau de l'eau baisse plus ou moins rapidement, mais l'on voit que des bulles d'air de divers calibres viennent éclater à la surface dans la mesure de la rapidité de la disparition du liquide. Particularité significative : quand l'eau a disparu, si l'on enlève une mince couche de sable humecté, l'on distingue aisément des espaces parfaitement secs dans la masse sous-jacente ; qu'on verse de l'eau sur ces espaces à leur tour, il se produit un nouveau dégagement de bulles d'air. Il faut en conclure que l'eau n'a fait que remplacer de l'air, mais que l'humectation du sable s'est produite uniquement en raison de la structure mécanique du sol, sans que le sable ait la moindre avidité pour l'eau; le liquide a suivi la communication des lacunes entre elles, même dans un sens transversal, par capillarité; il n'a pas réellement trouvé de pores à remplir. C'est au point que, même alors qu'il ne s'échappe plus de bulles et que l'on peut supposer tout le sable humecté, si l'on vide le cylindre, on pourra trouver encore des îlots parfaitement secs, au milieu de la masse mouillée. On dirait que les filets d'eau se sont creusé des lits pour la descente et ne s'en sont plus écartés. Peut-être ont-ils aussi rencontré des communications absolument interceptées entre ce lit et les lacunes latérales.

En versant l'eau lentement et avec précaution, il vient un moment où le sable du cylindre laisse tomber une goutte à travers le tamis dont on a garni son extrémité inférieure. A partir de là, il tombe une goutte par en bas à mesure que l'on en verse par en haut; la goutte inférieure se supprime dès que l'on cesse d'ajouter de l'eau à la surface. Le sol est donc saturé et l'eau supérieure ne trouve accès qu'en déplaçant et en expulsant, non plus de l'air, mais l'eau qui s'y était logée.

Deux cylindres étant remplis par extraction d'un même sable humide, on laisse le premier se dessécher à l'air, tandis que l'on couvre soigneusement le second. Huit jours après, on constate aisément que la goutte de filtration, après arrosage à la surface, apparaît plus tard dans celui-là que dans celui-ci. L'intervalle de temps peut servir à mesurer le degré de saturation. Dans un des essais de Lissauer, l'auteur se proposait de verser, sur le sable, desséché à l'air, de son cylindre de 400 centimètres cubes, 200 grammes d'eau. La filtration goutte à goutte ne commença qu'au moment où il eut dépensé 112 centimètres cubes de liquide. Il manquait donc cette quantité au sol en expérience pour être saturé.

En desséchant à 125° C., jusqu'à ce qu'il cesse de perdre de son poids, le contenu d'un cylindre ainsi saturé, la perte d'eau fut, non de 112 centimètres cubes, mais de 125. Donc, le sable simplement desséché à l'air avait encore conservé 13 centimètres cubes d'eau, et sa capacité *maximum* pour l'eau était de 125 centimètres cubes. Ce qui est remarquable, c'est que le volume primitif, 490 centimètres cubes, du sable expérimenté est devenu, après la dessiccation, 470 centimètres cubes et que si l'on cherche ensuite à le saturer d'eau, il faut employer 154 centimètres cubes de liquide. D'où il suit que la capacité d'absorption d'un sol dépend du nombre et de la capacité de ses interstices et de ses lacunes intimes. Par conséquent, il convient de faire porter les études de ce genre sur le sol naturel et en place, et non sur des portions de terre enlevées à la bêche, opération qui divise nécessairement la masse et diminue sa compacité. En comparant avec son sable de dunes un sable rouge encore plus primitif, puis des terrains de dunes

irrigués depuis un, deux, trois, quatre ans, Lissauer a trouvé dans le pouvoir absorbant la progression suivante :

400 cent. cub.	de sable rouge absorbent		....	121 cent. cub. d'eau.	
—	de sable de dunes —		....	125	—
—	de dune irriguée depuis	1 an	......	145.5	—
—	— —	2 ans	......	147	—
—	— —	3 ans	......	167	—
—	— —	4 ans	......	160	—

En revanche, le poids spécifique du terrain diminue comme sa capacité d'absorption augmente :

1,000 cent. cub.	de sable des dunes pèsent (secs)		....	1,687 gr. 50
—	— du même après	1 an de culture	....	1,511 — 25
—	— —	2 ans —	....	1,528 — 75
—	— —	3 ans —	....	1,437 — 50
—	— —	4 ans —	....	1,367 — 50

(On remarquera le chiffre 1528,75, pour la deuxième année de culture, qui fait brèche isolée à cette loi de progression descendante.)

L'*argile*. — Un cylindre est rempli par extraction d'argile pure ; on la dessèche au soleil jusqu'à ce que l'argile commence à se crevasser, puis l'on verse à la surface de l'eau distillée. Celle-ci disparaît rapidement d'abord et s'échappe par en bas, non goutte à goutte mais à jet continu. Peu à peu, il reste de l'eau à la surface de l'argile et le liquide se met à tomber du tamis par gouttes, lorsqu'on a versé 120 centimètres cubes. Puis, si l'on continue à verser de l'eau, elle semble cesser absolument d'être absorbée. Ce n'est là, toutefois, qu'une apparence et, en réalité, il est encore absorbé 60 centimètres cubes d'eau en cinq heures et demie, jusqu'à ce que le pouvoir absorbant de ce sol ait atteint sa limite. A ce moment, une couche d'eau de 20 centimètres cubes recouvrant la surface de l'argile imbibée se retrouve telle après plusieurs jours, pourvu que l'on ait eu soin d'empêcher l'évaporation. D'ailleurs, aucune goutte ne s'échappe par en bas pendant tout ce temps. Que si l'on a opéré sur une argile compacte, non encore fendillée, l'absorption est absolument nulle, même après vingt-quatre heures.

Ces deux expériences mettent merveilleusement en relief les propriétés de l'argile, surtout quand on les rapproche des phénomènes observés sur le sable. Il y a vraiment une sorte d'affinité chimique entre l'argile et l'eau et cette terre a des pores véritables, non des lacunes par accident de structure. Quand on enlève à l'argile cette eau d'affinité, elle se désorganise en quelque sorte, ses blocs éclatent ; lorsqu'elle a repris l'élément qui lui est nécessaire, elle le retient, ne laisse pas déplacer, comme le sable, l'eau d'interposition et, à la façon d'un composé chimique, devient indifférente au surplus du composant (eau) qu'on peut lui offrir. Elle n'admet plus aucune goutte liquide.

Un sol artificiel, obtenu à l'aide d'un mélange intime de deux parties d'argile et d'une de gravier, bien desséché, sans néanmoins que des crevasses y apparaissent, étant arrosé d'eau distillée, il se passe douze heures avant que la première goutte de filtration apparaisse sous le tamis inférieur. Que l'on continue à verser de l'eau, celle-ci pénètre lentement et les gouttes de filtration se succèdent, mais plus lentement encore et sans que l'eau qui s'écoule représente, comme avec le sable, exactement celle que l'on surajoute au point de saturation. Peu à peu, l'accès de l'eau et la filtration se ralentissent et enfin s'arrêtent.

400 CENT. CUB. DE CE SOL ARTIFICIEL ONT :			
ABSORBÉ.		PERDU.	EN JOURS.
D'abord	200 centimètres cubes.	92 cent. cubes.	15
Ensuite	200 —	45 —	42
Enfin	130 —	5 —	50
TOTAUX	530 —	142 —	107

Il y avait donc 530 — 142 = 388 centimètres cubes d'eau dans ce cylindre ; mais l'absorption et la déperdition avaient atteint leur dernière limite. Desséchée à 125° jusqu'à ce qu'il n'y eût plus diminution de poids, cette terre perdit seulement 142 centimètres cubes d'eau, pendant que son volume s'élevait à 600 centimètres cubes.

L'humus. — Le cylindre étant rempli (par extraction) de bonne terre de jardin, et desséché au soleil, on l'arrose lentement d'eau distillée. Le liquide disparaît sensiblement, même avec plus de lenteur que dans le sable ; en supposant que la surface de cette terre soit tout à fait sous l'eau, il se passe cinq minutes avant que la première goutte apparaisse par dessous. Les gouttes se succèdent ensuite régulièrement, dans la même mesure que l'eau est versée à la surface ; mais bientôt l'absorption et la déperdition se ralentissent simultanément. Un tel sol absorba :

d'abord	200 cent. cub.	en	1 heure	et perdit	131 cent. cub.
puis	200 —	—	2 1/2	—	196 —

En le desséchant à 125°, comme il a été dit, les 400 centimètres cubes perdirent 185gr,5 ; d'où il résulte que 1000 centimètres cubes de cette terre de jardin peuvent absorber 463,75 centimètres cubes d'eau. Dans l'expérience, le volume s'élève à 440 centimètres cubes qui peuvent alors absorber 205 centimètres cubes de liquide.

Deux cylindres, remplis de terres de pouvoir absorbant différent et saturés d'eau, furent mis dans la chambre d'évaporation après qu'on eut noté leur poids. Toutes choses égales d'ailleurs, ces deux cylindres évaporèrent à peu près la même quantité d'eau. Sous une température moyenne de 20°,

400 cent. cub. de terre de jardin	perdirent, en	8 jours,	27 grammes.
— de sable moyen	—	—	26 —

Dans des conditions semblables, à la température de 20°, l'évaporation fit perdre à

400 cent. cub. de la dune cultivée depuis trois ans,	après 4 jours,	17.5
— — — —	4 autres jours,	14.0
— — — —	8 autres jours,	13.0
	C'est-à-dire en 16 jours,	44.5
400 cent. cub. du sable de dunes,	après 4 jours	17.5
— — —	4 autres jours	13.0
— — —	8 autres jours	16.0
	En 16 jours	46.5

Ces derniers résultats, qui ne se rapportent plus absolument à l'absorption

d'eau par le sol, méritent d'être notés ici, parce que l'on a rarement cherché la mesure de l'*évaporation* du sol nu, et ne dépendant que de la nature du terrain. Il est intéressant de savoir que celle-ci est presque indifférente. Nous verrons ailleurs dans quel sens le revêtement du sol modifie ses dispositions à l'évaporation.

La structure du sol paraît avoir plus d'importance à cet égard. Schleh a constaté que le sol compacte prend l'eau plus rapidement et plus abondamment qu'un sol léger, mais qu'il perd bien plus d'eau par l'évaporation. Wagner, en desséchant une terre qui renfermait de l'eau capillaire, trouva que l'évaporation se fait à sa surface, mais que l'humidité des couches sous-jacentes vient par capillarité remplacer l'eau évaporée. L'importance de l'évaporation dépend : 1° de la puissance de la couche d'évaporation; 2° de la position profonde ou superficielle de celle-ci ; 3° de la rapidité du remplacement de l'eau échappée en vapeur. Plus un sol est léger, plus il peut évaporer d'eau, puisque sa légèreté même augmente la puissance de la couche évaporante. Mais la capillarité est moins active dans le sol léger que dans le sol compacte; le premier ne remplace donc que difficilement l'eau perdue en vapeur. Si l'on veut conserver de l'humidité à un terrain, on devra régler en conséquence le degré de division par la culture qu'on veut y apporter.

Au moment où les plantes commençaient à se faner, Sachs trouva : dans un sable humifère, 12,3 p. 100 d'eau; dans un sol argileux, 8 p. 100; dans le sable quartzeux pur, 1,5.

6. **Oscillations de l'humidité du sol. Leurs rapports avec la nappe souterraine.** — L'humidité d'une couche de sol au-dessus de la surface de l'eau souterraine dépend : d'une part, de la hauteur à laquelle l'eau souterraine s'élève par capillarité; d'autre part, de la quantité d'eau provenant des précipitations atmosphériques qui pénètre dans le sol et y est retenue en vertu de la capacité de ce sol pour l'eau (Hofmann).

On avait cru, par suite (Pettenkofer), que les mouvements de la nappe souterraine pourraient fournir une mesure pour suivre les variations de l'humectation des couches poreuses qui lui sont superposées. Mais, en raison des variations de pente de la nappe souterraine, de ses étranglements, des courants latéraux qui alimentent parfois la nappe de la vallée principale, cette mesure n'est exacte que dans la zone inférieure, en contact avec l'eau souterraine.

Si, en effet, l'on connaît, pour un sol donné, la force de l'attraction capillaire (de bas en haut), on connaît d'avance la hauteur de la zone dans laquelle les vacuoles du sol resteront à leur maximum d'humectation, que la nappe souterraine monte ou descende.

Le niveau de la nappe souterraine est moins encore capable de renseigner sur l'état d'humectation des couches situées au-dessus de la zone d'humectation capillaire. Indépendamment des raisons exprimées tout à l'heure, il est clair que les oscillations du niveau de l'eau souterraine sous l'influence des pluies dépendent essentiellement de la façon dont les couches superficielles laissent arriver ou retiennent les eaux pluviales.

Il a donc fallu recourir à des constatations directes de l'état réel d'humectation dans le sol naturel.

Les procédés employés pour y arriver ont consisté en des forages pratiqués dans un but scientifique (Fleck, Fodor) ou dans l'utilisation de puits creusés au moment même, de tranchées faites pour la pose de conduites diverses, de l'ouverture de fosses dans un cimetière (Hofmann).

Fleck, dans le *Jardin botanique* de Dresde, où la nappe est à 7 mètres de profondeur, obtient un minimum de 25gr,3 d'eau p. 1000 grammes de sol (gravois), à 0m,80 de profondeur, et un maximum de 137gr,4, dans une couche de sable faiblement argileux, à 3m,10. — Dans la région sablonneuse dite « Lande de Dresde « (*Dresdener Heide*), avec la nappe souterraine à 18 mètres, le minimum d'eau a été 28gr,9 p. 1000 à 6 mètres de profondeur (sable fin) et le maximum 71gr,1 à 3 mètres (même nature de sol). Le forage avait cependant lieu au printemps, c'est-à-dire dans un moment d'humectation abondante.

Fodor, à Budapest, trouvait en moyenne (1877-1878), pour 1000 grammes de sol, les proportions d'eau suivantes :

Cour de l'Institut chimique	113	grammes.
Caserne Charles	105	—
— Ullöe	94	—
— neuve	85	—

Au point de vue de l'influence de la profondeur, le sol de la cour de l'Institut chimique renfermait :

A 1 mètre	de profondeur,	146	grammes d'eau p. 1,000	grammes de sol.
2	—	141	—	—
3	—	113	—	—
4	—	86	—	—

Hofmann opéra sur trois sols différents, que nous indiquons ci-après. Il tassait avec soin, dans des récipients de verre très solides, les échantillons prélevés, en vue de se rapprocher le plus possible des conditions du sol naturel.

1er Sol. — *Matériaux de remblai, rue de Francfort.*

NATURE DU SOL.	PROFONDEUR des COUCHES.	EAU CONTENUE dans 100 grammes de sol.	MATIÈRES SOLIDES par litre de sol.	EAU CONTENUE dans 1 litre de sol.	EAU CONTENUE DANS 1 MÈT. CARRÉ de surface de sol sur 0m,25 d'épaisseur.
	mètres.	gr.	gr.	gr.	kilogr.
Sol de remblai	0 à 0.24	18.4	1542	348	87.0
—	0.75	30.1	1125	385	242.5
—	1.25	17.0	1569	321	160.5
—	1.75	15.9	1648	312	156.0
—	2.25	32.2	1126	534	267.0
—	2.90	18.6	1506	344	172.0
Argile de prairie	3.00	18.5	1630	370	37.0
MOYENNES	»	21.5	1449	388	Total. 1122.0

Le poids d'un litre de ce sol sec varie selon que les couches sont plus ou moins sableuses ou mêlées de masses organiques, lesquelles sont légères.

Le sol n° 2 (*Schleussigèr Weg*) ressemble assez au précédent pour que nous ne jugions pas utile d'en reproduire le tableau. Les résultats ci-après viennent d'un diluvium sableux et argileux.

3e Sol. — *Sable et argiles diluviens purs.*

Nos	NATURE DU TERRAIN.	PROFONDEUR.	EAU CONTENUE dans 100 gr de sol.	PARTIE SOLIDE de 1 litre de sol.	EAU CONTENUE dans 1 litre de sol.	EAU PAR MÈTRE CARRÉ de surface.
		mètres.	gr.	gr.	gr.	kilogr.
1	Terre végétale	0 — 0.90	»	»	»	»
2	Argile à galets sableuse	— 2.30	6.17	2066	136	190.4
3	Sable pur	3.10	4.00	2179	91	72.8
4	Gravier	3.85	1.80	1765	32	24.0
5	Gravier	6.05	3.24	1955	66	145.2
6	Argile à galets sableuse	6.55	12.40	1847	261	130.5
7	Argile à galets glaiseuse	7.25	10.04	1955	218	152.6
8	Argile à galets sableuse	8.25	8.24	1947	175	175.0
9	Sable pur	8.75	3.34	1527	64	32.0
10	Argile à galets sableuse	9.05	9.40	1961	203	60.9
11	Gravier grossier	9.45	37.77	1133	687	274.8
	Moyennes	»	9.64	1833	193	Total 1258.2

Ainsi, le sol pur renferme dans ses couches moins d'eau que le sol souillé. Fodor l'avait déjà constaté, à Budapest. « *Tenir le sol propre est une façon de l'assécher.* » On doit noter que les échantillons du sol n° 3 ont été pris au mois de mai, qui se ressent encore de l'humidité de l'hiver. Cependant, vers $3^m,50$ de profondeur, le sol est extrêmement sec.

A $9^m,45$, il est très humide ; mais c'est parce que la nappe souterraine est à $9^m,50$ et que l'on est en pleine zone d'humectation.

Aux autres profondeurs, l'humectation varie beaucoup et dépend de la dimension des grains. On apprécie, d'après ce tableau, la justesse de cette réflexion d'Hofmann : « celui qui penserait avoir une idée de l'humidité du sol, en examinant au hasard une couche ou deux dans son épaisseur, s'exposerait à d'étranges illusions. »

Le même savant a institué, du 2 décembre 1879 au 15 avril 1880, dans le cimetière neuf de Leipzig, une série de recherches adaptées à montrer comment un sol pur et homogène se comporte dans la saison de la plus grande humectation. Il utilisa des fosses creusées en un point qui n'avait encore jamais servi aux sépultures. La tranchée coupait une couche d'argile à galets avec quelques blocs erratiques de 3 à 4 mètres d'épaisseur ; au-dessous de celle-ci se trouve une couche d'argile plastique de 5 à 10 centimètres ; puis reparaît le sable diluvien. La nappe souterraine est moyennement à $12^m,50$ au-dessous de la surface.

Comme toujours, la proportion d'eau des diverses couches dépend ici de la nature du terrain. Le sable retient peu d'eau, même en décembre. D'ailleurs, en n'importe quel terrain, dans les couches de 1 à 3 mètres de profondeur, il n'y a pas plus d'eau au mois d'avril qu'en décembre ou janvier ; c'est-à-dire que la fonte des neiges, au printemps, semble passer inaperçue pour ces couches. On remarque, toutefois, que les couches superficielles, plus influencées par les précipitations atmosphériques, sont un peu plus humides que les couches profondes.

Finalement, on trouve 242 kilogrammes d'eau par mètre cube dans l'argile du sol du cimetière et 123 kilogrammes dans le sable. L'argile descendant de la surface jusqu'à 3 mètres de profondeur, c'est un poids de $3 \times 242 = 726$ kilogrammes d'eau par mètre carré de surface. Le sable allant de 3 mètres à $12^m,50$, son poids

d'eau arrive à 123 × 9 = 1,168 kilogrammes par mètre carré. Total 1,894 kilogrammes d'eau.

(Dans le tableau ci-dessous, les proportions d'eau des couches argileuses sont en caractères ordinaires; celles qui appartiennent à l'argile *plastique*, en caractères gras; enfin, celles du sable, en italiques.)

Sol du cimetière de Leipzig. Eau (en grammes) par 100 *de terre* (Hofmann).

DATES.	0m - 0m,5.	0m,5 - 1m.	1m - 1m,5.	1m,5 - 2m.	2m - 2m,5.	2m,5 - 3m.	3m - 3m,25	3m,25-3m,50.
1879. 2 décembre ...	13.1	12.8	12.6	12.2	9.8	9.8	**23.1**	*3.8*
— 6 — ...	11.2	10.8	12.5	11.3	10.1	9.3	**21.9**	*5*
— 12 — ...	12.2	11.2	11.0	11.8	10.8	10.5	**16.0**	*6.5*
— 19 — ...	12.1	10.0	12.0	13.0	10.4	10.3	**22.4**	*9.1*
— 20 — ...	13.6	12.9	14.1	13.7	11.6	11.4	»	»
— 29 — ...	13.2	*9.5*	*6.5*	*8.3*	*3.6*	*5.2*	»	»
1880. 3 janvier......	13.4	12.7	13.1	11.4	9.5	10.0	«	»
— 9 —	14.0	12.9	12.7	11.1	10.8	10.7	»	»
— 12 —	16.0	14.1	13.4	13.2	12.0	*5.6*	»	»
— 16 —	14.0	12.9	11.2	11.1	11.0	*8.1*	»	»
— 29 —	11.6	12.0	14.2	12.4	11.0	9.9	»	»
— 7 février......	13.8	13.4	13.1	13.0	10.5	**21.5**	»	»
— 14 —	12.2	13.8	12.8	12.1	10.5	11.5	»	»
— 6 mars........	11.9	10.5	11.0	12.1	10.9	10.5	»	»
— 9 —	13.0	13.4	14.2	11.4	10.5	10.7	»	»
— 15 avril........	10.1	12.3	13.4	11.2	10.1	9.5	»	»

Or, 1 kilogramme d'eau par mètre carré de surface représente exactement une hauteur de pluie de 1 millimètre. Si, donc, le sol du cimetière de Leipzig se trouvait, un jour, entièrement desséché, il ne faudrait pas moins de 1,894 millimètres de pluie, en supposant qu'il ne s'en écoule ni ne s'en évapore rien, pour remplacer par infiltration l'eau disparue. Comme la moyenne annuelle de pluie, à Leipzig, n'est que de 574 millimètres dont la moitié ne pènètre pas dans le sol, ce remplacement mettrait de trois à sept ans à s'accomplir. Ce qui explique qu'en beaucoup de lieux *il n'y a aucun rapport entre les précipitations atmosphériques et les oscillations du niveau de l'eau souterraine.*

Un mètre carré de surface de sol sur 1 mètre de profondeur peut contenir 139 kilogrammes d'eau, 259 et même 410 kilogrammes, c'est-à-dire absorber, dans nos pays, toute la pluie d'une année, ou d'une demi-année, déduction faite de la part de l'évaporation. Celle-ci peut être telle que les pluies d'été ne saturent pas même la couche superficielle. Ce sont les pluies d'hiver, époque à laquelle l'évaporation est presque nulle, qui réparent réellement les pertes de l'année. Celle-ci peut avoir été pluvieuse en été, sans que la nappe souterraine s'élève ou même cesse de s'abaisser. A Lille, le 10 novembre 1887, après des pluies qui avaient déjà fatigué tout le monde, le déficit persistait dans les réservoirs de la distribution d'eau, à Emmerin.

La limite, dit Hofmann, au delà de laquelle les phénomènes d'évaporation ne sont plus influencés par les oscillations périodiques de la température, n'est jamais bien loin de la surface. A partir de cette limite, il y a une zone dans laquelle les interstices du sol sont saturés d'eau. S'il pleut, l'infiltration peut y amener encore de l'eau; les pores encore libres se

remplissent; mais ils ne peuvent retenir l'eau, qui pénètre au delà dans la profondeur jusqu'à ce que le sol soit ramené à l'humectation dont il est susceptible en vertu de sa capacité propre.

En conséquence de ces observations, Hofmann distingue trois zones ou couches inégales de sol :

a. La *zone d'évaporation*, couche supérieure, d'humectation extrêmement variable et, cependant, la plus importante au point de vue de l'hygiène, puisque c'est elle qui reçoit surtout les souillures de l'extérieur, qui subit les plus hautes températures de l'année et s'ouvre à l'invasion directe des champignons pathogènes. Elle peut, après une longue sécheresse, retenir toute la pluie d'une demi-année ou même d'une année, de telle sorte qu'il n'en passe pas une goutte dans les couches inférieures.

b. La *zone de transition*, dans laquelle l'évaporation n'a plus lieu. Cette zone renferme une proportion d'eau invariable et assez riche, correspondant à la taille des capillaires du sol. L'eau y est stagnante, tant qu'il ne lui vient pas un tribut d'en haut. Celui-ci ne change que passagèrement la richesse en eau de la zone, puisque ce qui dépasse la capacité hydrologique de ces couches s'écoule verticalement. Réciproquement, cette zone n'alimente les couches inférieures que quand elle-même est sursaturée.

c. La *zone de la nappe de capillarité*, contiguë à la nappe souterraine, alimentée par celle-ci par capillarité ascendante, et qui rend le sol plus ou moins riche en eau, selon que les dimensions des voies capillaires rendent l'ascension liquide plus ou moins importante. Dans un sol à gros grains, elle peut n'atteindre que quelques décimètres; dans un sol à grains fins, 1 à 2 mètres. Cette zone est exactement réglée par les oscillations verticales du niveau de la nappe souterraine; mais c'est la seule qui soit dans ce cas.

En effet, les couches moyennes ne reçoivent que l'excès d'eau des couches supérieures; quant à leur rôle vis-à-vis de l'alimentation de la nappe souterraine, il faut se souvenir que « l'eau qui s'en écoule dans l'unité de temps n'est qu'une fraction de celle qui y reste. »

Pour les couches supérieures, leur état est subordonné à l'évaporation. Elles n'influencent aussi la nappe souterraine que quand elles sont sursaturées. On ne saurait donc trop rester sur la réserve vis-à-vis des théories étiologiques, basées par quelques auteurs contemporains sur la croyance, généralement erronée, que des averses ont entraîné jusqu'à la nappe souterraine les impuretés et matières pathogènes déposées à la surface du sol ou dans ses premières couches. (Voy. plus loin : *Souillures du sol*, p. 95.)

4° Nappe souterraine.

L'eau qui fait partie intégrante des couches terrestres superficielles semble pouvoir s'appeler *eau tellurique*. Celle qui détermine l'humidité du sol et dont il vient d'être question est le premier mode de l'eau tellurique ; la *nappe souterraine* en est un autre.

Les précipitations atmosphériques, comme on le sait vulgairement, se divisent en trois parts, plus ou moins égales selon les lieux et les circonstances. L'une de ces parts s'évapore ; l'autre suit les parties déclives du sol jusqu'au prochain cours d'eau; la troisième pénètre dans le sol. Si, à une profondeur médiocre au-dessous de la surface, il existe une couche impénétrable à l'eau et qu'après la saturation de la capacité du sol, comme il a été expliqué, il reste un excès d'eau, celle-ci est arrêtée par la couche imperméable, remplit tous les pores du sol immédiatement superposé à cette couche et, pourvu que celle-ci ne soit pas trop inclinée, y forme une collection que l'on nomme l'*eau souterraine*, la *nappe souterraine*, le *Grundwasser*.

Quand la couche imperméable est très près de la surface, à 50 centimètres par exemple, en pays plat, l'eau de précipitation imbibe le sol, le rend improductif, tout en favorisant la végétation palustre et la faune correspondante. C'est le *marais* sous l'un de ses aspects les plus caractérisés. L'eau peut même excéder la capacité de la mince couche poreuse du sol, rester visible, immobile et ne disparaissant que par évaporation, à moins que la surface du sol n'ait une pente très favorable. Cette forme (*Tagwasser*) est encore très dangereuse et ne diffère pas sensiblement du marais. Le premier cas était celui de la vallée de la Bièvre, à Paris, avant les travaux d'assainissement (Rives).

Pettenkofer définit la nappe souterraine d'une façon qui nous a paru en faire bien ressortir le caractère essentiel. C'est « cette couche aqueuse souterraine, plus ou moins haute, existant dans le sol poreux, qui nous est accessible par le creusement des puits. Les eaux souterraines de nos surfaces terrestres peuvent être considérées comme des étangs et des fleuves souterrains, remplis par des alluvions et plus ou moins comblés, de telle sorte que nous habitons et cultivons la terre par-dessus leur niveau. Si nous établissons un puits, nous pratiquons une ouverture à travers la couverture de cette eau souterraine ; arrivés au niveau de l'eau, nous extrayons encore à quelques pieds de profondeur les matériaux de remplissage, de sorte que le bassin est déblayé et que l'eau s'y collectionne, pour être ramenée à la surface à l'aide d'une pompe ou d'un seau à puiser. »

D'ailleurs, l'eau souterraine fournit réellement de véritables sources, comme l'ont indiqué Daubrée (1849) et Darcy (1856), lorsque la couche imperméable sur laquelle elle repose vient mettre sa tranche au jour sur un point du flanc d'une colline. C'est le mécanisme précisé par Richthofen pour les « sources d'eau souterraine », par changement de direction de la couche imperméable, à la faveur d'une pente brusque, d'une vallée, d'une tranchée quelconque. Normalement, la nappe souterraine porte les eaux du sol jusqu'au cours d'eau qui se trouve sur la ligne de collectionnement du drainage de la contrée (Soyka). Souvent, ce déversement a lieu par des sources sur le bord même de la rivière, ainsi qu'il arrive à la Scarpe, dans le Pas-de-Calais; ou même par des sources cachées dans le lit de la rivière.

Les sources dites *des couches superficielles*, qui proviennent de l'eau de pluie

tombée dans les fissures d'un sol imperméable et reparaissant plus bas ; celles *des couches profondes*, qui se prêtent à la création des *puits artésiens*, ne se rattachent que de loin à la nappe souterraine, prise dans le sens de l'hygiène. Cependant, une situation du premier genre, rappelée par Soyka, présente un réel intérêt. C'est celle des eaux qui sortent des collines de Rome. Ces collines s'élèvent autour de la ville, d'étage en étage, jusqu'à des cratères d'anciens volcans, aujourd'hui transformés en lacs. De ces bassins naturels, ou simplement par suite des pluies sur les hauteurs, l'eau s'écoule par les fissures et par les voies perméables, cheminant souterrainement sur les couches de tuf volcanique ou d'argile, à travers des couches de pouzzolane, de lapilli, de sable. Si elle rencontre une masse compacte, elle remonte en source jaillissante. Sinon, elle va former des sources au pied des collines et même des marais, en un pays où il ne pleut guère. Les anciens avaient pratiqué dans ces collines un drainage intelligent (*cuniculi*), dont la ruine, par l'incurie du moyen âge, a causé l'insalubrité proverbiale de l'*Agro Romano*. Tommasi-Crudeli en a retrouvé les traces, sur les indications du docteur Tucci.

Disposition et rapports de la nappe souterraine. — On ne saurait trop se pénétrer de l'idée que le niveau, la pente, le mouvement de la nappe souterraine sont subordonnés aux qualités, à la structure du sol, aux accidents de surface de la couche imperméable. Des communications existent habituellement entre les cours d'eau qui occupent le fond d'une vallée et la nappe souterraine des pentes; mais le fait n'est point nécessaire, puisque les roches sont parfois inclinées (*roches anticlines*) dans un sens qui éloigne du fond de la vallée les eaux entrées dans le sol. Nous verrons, de plus, que la nappe influence beaucoup plus le cours d'eau que celui-ci n'agit sur la nappe. On peut admettre que la rivière repose sur les points les plus déprimés de la couche imperméable ou même entame celle-ci, suivant deux lignes le long dequelles la couche de terrain léger, superposée à la précédente, arrive à sa moindre épaisseur.

La nappe a, d'ordinaire, une double inclinaison qui la dirige à la fois dans un sens perpendiculaire au fleuve et suivant une pente analogue à celle du cours d'eau lui-même, de telle sorte qu'elle lui fournisse sous un angle aigu ces affluents souterrains qui expliquent pourquoi les fleuves grossissent dans leur cours, même alors qu'on ne leur voit pas d'affluents superficiels. Dans tous les cas, grâce à son incorporation aux pores du sol, grâce à sa liaison avec la couche imperméable, elle échappe beaucoup plus que l'eau superficielle à la tendance à l'horizontalité du niveau, de même que son mouvement ne saurait se calculer d'après les lois de la pesanteur.

Il va sans dire que le relief extérieur du sol ne donne non plus aucune indication sur la disposition ou le niveau de la nappe souterraine et il ne faut pas croire que celle-ci soit inclinée vers le fleuve comme les pentes de la vallée. Cela peut arriver; mais le contraire se présente également. A quelque distance du bord du fleuve, la nappe souterraine reprend absolument son indépendance ; la couche imperméable ondule pour son propre compte, quel que soit le relief de la superficie, et il se fait souterrainement

des lignes de séparation des eaux, tout comme il y en a à l'extérieur, mais sans correspondance nécessaire des unes avec les autres. Un puits, ou un trou de forage, donne la profondeur à laquelle se trouve la nappe souterraine au point examiné; mais il faut en creuser plusieurs, sur des lignes verticales et sur des lignes parallèles à la direction du cours d'eau du fond de la vallée, pour avoir une idée approchée de la disposition d'ensemble du niveau de l'eau souterraine sur une certaine étendue. A Munich, la couche de marne imperméable sur laquelle repose la nappe souterraine, cette nappe elle-même, de même que le cours de l'Isar et les pentes superficielles, s'inclinent simultanément du sud au nord; mais la pente est bien plus raide de la part de la couche superficielle, c'est-à-dire que cette couche de gravier, poreuse, diminue d'épaisseur du sud au nord; aussi, en haut, vers le sud, la nappe souterraine est-elle à plus de 20 mètres de profondeur, tandis qu'au nord de la ville elle s'échappe de terre sous forme de sources nombreuses. En quelques points, le relèvement brusque de la couche imperméable donne lieu à des ondulations de la surface de la nappe et à la formation de cuvettes où il y a une sorte de stagnation de l'eau souterraine (voy. fig. 3).

Près du village badois d'Immendingen, une partie de l'eau du Danube naissant disparaît sous terre pour ne reparaître qu'à trois lieues plus loin, à la petite ville d'Ach. Or, cette eau tombée dans la nappe souterraine appartient au bassin du Rhin à sa réapparition.

A Barmen, au contraire, sur une étendue dans laquelle la Wupper descend de 20 mètres, tous les puits creusés à une même distance de la rivière, ont l'eau à 3 mètres de profondeur; c'est donc que la surface du sol et celle de la couche imperméable ont la même inclinaison.

Ce ne sont pas les fleuves qui alimentent la nappe souterraine, c'est le contraire; la preuve en a été donnée plusieurs fois. A Dresde, lorsqu'on faisait les travaux de distribution d'eau, l'eau des tranchées ouvertes près du bord de l'Elbe conservait, en été, une température de 7° R., tandis que celle du fleuve en marquait 19. En hiver, après une semaine d'épuisement par les pompes tel que le niveau des puits avait baissé de $2^{m},50$ vers l'Elbe, l'eau des tranchées était toujours à 7° R., et celle du fleuve à 0°. Ce n'était donc pas l'eau du fleuve que les pompes amenaient au dehors, mais celle des couches de gravier, ouvertes par les travaux. Sous le sol même du lit du fleuve, on a reconnu que l'eau n'est point celle de l'Elbe arrivée là par filtration. Veitmeyer, aux Tegelsée et Müggelsée (Berlin), Gruner et Thiem à Strasbourg, Salbach à Halle, ont fait des observations analogues.

L'analyse chimique, dans les eaux de forage de Dresde, donne 84 milligrammes de matières fixes; celle de l'eau de l'Elbe en fournit 104 milligrammes. Dans le premier cas, le résidu se compose de 7.3 p. 100 de substance organique non azotée; de 92, 7 p. 100 de matières minérales; il n'y a ni ammoniaque ni acide nitrique. Dans le second, les matières organiques non azotées représentent 22.1, et les minéraux 77.9; il y a des traces d'ammoniaque et une quantité notable d'acide nitrique,

Alexandre Müller s'est assuré que les puits creusés autour du Müggelsée, même après avoir été épuisés pendant cinq mois, ne renferment que $16^{mg},4$ de chlorure de sodium par litre, tandis que le lac en contient $35^{mg},3$. Or, le chlorure de sodium n'est aucunement retenu par la filtration.

A Lyon, d'après Séeligman, le degré hydrotimétique des eaux de puits varie de 13 à 135 degrés, tandis que celui des eaux fluviales (Rhône et Saône) n'oscille qu'entre 13 et 20 degrés (Depéret).

En France, la partie du Pas-de-Calais, qui s'étend de Boulogne à Guines, longeant la mer, décèle parfaitement l'indépendance de la nappe souterraine par rapport à la collection visible (la mer) et l'étroite liaison des mouvements de cette nappe avec les ondulations de la couche solide impénétrable. Là, tout ouvrage en substruction amène invariablement la découverte de sources ou plutôt de ce qu'on appelle, en termes techniques, « des bancs de suintement ». Sur la falaise de Boulogne-sur-Mer, connue sous le nom de Montagne d'Odre, à 27 mètres au-dessus du niveau de la mer et à 200 mètres environ du rivage, un trou creusé dans le sol, quel que soit son peu de profondeur, se remplit d'eau immédiatement. Ce n'est, certes, pas là de l'eau en communication avec l'Océan ; c'est de l'eau des pluies. Et l'on a, dans ces conditions, un type frappant d'une nappe virtuelle, apparaissant sous forme de collection aqueuse dès qu'on lui creuse un bassin ; d'ailleurs, d'une gênante proximité de la surface, à tel point que la construction des routes et des chemins de fer dans le pays rencontre de ce fait de sérieuses difficultés.

Dans les plaines, on constate de même, çà et là, de vastes bassins souterrains qui n'ont aucun rapport avec les cours d'eau superficiels non plus qu'avec les sources émergeant du sol dans la contrée. Ainsi, autour de Berlin.

La figure 3 (pag. 59), choisie parmi celles qui ont accompagné le travail de la commission municipale de Munich (1874-75) pour la canalisation et l'approvisionnement d'eau de cette ville, montre bien que la nappe souterraine n'est absolument commandée ni par les ondulations de la surface, ni par le niveau du cours d'eau, ni même par les inflexions de la couche imperméable (les proportions dans le sens vertical sont à dessein exagérées).

Il se rencontre, cependant, suivant la remarque de Soyka, des cours d'eau qui ne sont pas le canal collecteur du drainage d'une contrée, mais plutôt des rigoles d'évacuation d'une collection aqueuse, et qui, coulant en terrain perméable, au-dessus du niveau de la nappe souterraine, finissent par se perdre partiellement ou totalement dans cette nappe. Ainsi, le Würm qui sort du lac de Starnberg ; la Leitha qui, dans un espace de 13 kilomètres, perd 52 p. 100 de son cube d'eau ; l'Ain qui, entre Neuville et Pont-d'Ain, diminue de 1,289 litres par seconde. La puissance de la nappe n'augmente pas beaucoup, en général, par cette sorte de tribut.

En Sicile, en Sardaigne, en Algérie, des cours d'eau disparaissent aussi sous terre, mais ne tombent pas en réalité dans la nappe souterraine. La rivière s'est creusé un lit invisible sous le lit apparent, dans le sol perméable du fond; elle reparaît quand la couche compacte se rapproche de la surface ou que les pluies dépassent la capacité du sol perméable. Il suffit de creuser un trou à moins d'un mètre de profondeur dans le lit à sec, pour rencontrer l'eau. Ainsi en est-il de l'Oued-Mzi, à Laghouat. Ces cours d'eau cachés se révèlent parfois par des influences palustres (*fiumare*, en Sicile ; *tremulo*, en Sardaigne).

Mouvement de la nappe souterraine. — La nappe s'écoule donc dans le fleuve et, à bien dire, fait corps avec lui. Quand les bords de celui-ci sont des alluvions, qui ne se relèvent pas rapidement, on peut dire qu'une part du fleuve coule souterrainement dans ses propres alluvions ; mais la nappe n'est pas le fleuve sous terre ; *c'est le fleuve qui est la nappe visible.* Sans la nappe, les fleuves tariraient dans l'intervalle des pluies.

De même, cette solidarité de la nappe avec les cours d'eau retarde le débordement de ceux-ci au moment des grandes précipitations atmosphériques. Non seulement la nappe emmagasine l'eau des pluies ; mais elle se prête à un reflux, dans le sol perméable, de l'eau du fleuve, dont le niveau s'élève beaucoup plus et plus vite que celui de la nappe. Fodor a constaté que l'eau des puits de Budapest situés au bord du Danube est moins impure, quand le fleuve se gonfle ; l'eau du Danube vient, par la nappe souterraine, diluer les impuretés des puits.

Les rapports habituels, cette fois, sont donc changés ; le fleuve envoie



Fig. 3. — *Rapports de la nappe souterraine* (Munich).
AA. — Surface du sol. — BB. Nappe souterraine. — CC. Couche imperméable.
(*Échelle horizontale* : 1/36000 ; — *verticale* : 1/600.)

son tribut à la nappe dans les couches perméables. C'est, du reste, un des modes de formation des marais.

L'arrêt et surtout le reflux de l'eau souterraine sont peu sensibles lorsque les couches perméables, au bord du fleuve, se relèvent brusquement en pente raide ; on les reconnaît, au contraire, trop bien sur les bords des fleuves coulant en terrain peu relevé latéralement. Ainsi, les crues de la Seine, à Paris, se traduisent par l'apparition de l'eau dans les caves de la place Saint-Michel. Dans les crues de l'Elbe, la pénétration de l'eau fluviale dans le sous-sol accuse une vitesse de 2 à 3 mètres en vingt-quatre heures ; à Munich, ce déplacement latéral est de 5 mètres dans le même temps.

Thiem, en comparant l'ascension de l'eau dans deux puits séparés par une distance connue et en déterminant le temps écoulé entre la montée dans l'un et dans l'autre, a trouvé dans la vallée du Rhin, en amont de Strasbourg, des pentes de nappe souterraine de 0,60 p. 1000 ; et ailleurs 3 p. 1000.

A Munich, en 1876, le niveau moyen de la nappe souterraine, à 1,500 mètres de l'Isar, était à 7 mètres au-dessus du niveau du fleuve. A Zurich, en 1855, le niveau de la Limmat était à 400 pieds au-dessous de celui de la nappe du haut faubourg de Fluntern. A Paris, en 1854 (Delesse), la pente moyenne de l'eau souterraine vers la Seine était de 1 p. 1000; dans des points très voisins du fleuve, 1 p. 100; alors que la pente de la Seine elle-même n'est que de 1 sur 20,000. E. Suess (cité par Soyka) a déterminé un point entre le Danube et la Theiss, à 45 kilomètres du premier et 55 kilomètres de la seconde, où le niveau de l'eau souterraine est à 42 mètres au-dessus du Danube et 60 mètres au-dessus du niveau de la Theiss.

Cette différence de niveau est, naturellement, la raison de l'écoulement de la nappe souterraine vers la collection aqueuse visible.

La vitesse de cet écoulement est réglée par l'action de la pesanteur, diminuée de celle des frottements. Elle est proportionnelle à la hauteur de l'eau et en raison inverse de la hauteur de la couche de sol traversée (Thiem, Soyka, après Darcy, Boussinesq, etc.). On en a, du reste, écrit la formule : $V = k \frac{h}{l}$; dans laquelle V est la vitesse, h la pression, l le chemin parcouru, k un coefficient dépendant de la nature du sol.

Les procédés employés pour la déterminer directement ne sont pas très sûrs. On fait baisser d'une quantité déterminer le niveau de l'eau dans un puits et, en connaissant le rayon d'alimentation de ce puits, on observe le temps que met le niveau primitif à se rétablir. Ou encore, on se base sur le temps après lequel l'eau d'un fleuve, en cas de crue, apparaît dans les puits des environs. Par le premier procédé, Thiem évalua la vitesse de l'eau souterraine sur le haut plateau de la Bavière à un chiffre situé entre 3^{m},06 et 7^{m},82 par 24 heures. Hess, par la seconde méthode, obtint de 10 à 35 mètres. Dans une autre circonstance (Soyka), on introduisit du sel marin dans des trous de forage pratiqués à 5, 10, 20, 50, 100 mètres d'un puits dont on faisait, à l'aide de la pompe, baisser le niveau de 3 mètres. Le sel apparut dans le puits avec une vitesse de 2,074 mètres en 24 heures, du forage situé à 5 mètres, de 1,045 mètres de celui qui était à 10 mètres, de 86^{m},4 du trou creusé à 100 mètres.

Ce n'est pas encore très démonstratif. Il est certain, toutefois, que le déplacement de l'eau souterraine est très lent et c'est là un fait d'importance capitale.

Puissance, profondeur et alimentation de la nappe souterraine. — On ne peut se rendre compte de la puissance d'une nappe souterraine qu'en déterminant l'étendue et l'épaisseur de celle à laquelle on a affaire pour le moment. C'est une précaution à prendre toutes les fois que l'on demande à la nappe souterraine l'approvisionnement d'eau d'une ville.

La nappe au-dessus de laquelle est Munich a 35 kilomètres dans un sens et 70 dans un autre. Elle couvre une surface de 1,485 kilomètres carrés, ou 148,558 hectares. Son épaisseur est très variable ; il y a des

points où le *flinz* (argile imperméable) sur lequel elle repose pousse son relief si près de la surface du sol que la nappe souterraine n'a pas plus de 40 centimètres de hauteur; à 250 mètres plus loin, elle est épaisse de $10^{m},50$.

La profondeur à laquelle on trouve son niveau est également très variable. A Munich, sur un espace de 650 mètres, elle va de $4^{m},2$ à $6^{m},4$, c'est-à-dire oscille dans les limites de $2^{m},2$, alors que la pente de la surface du sol ne varie que de 5 centimètres. Un peu au nord de Munich, elle est assez près de la surface pour former des marais; tandis qu'à la limite de la région des moraines, elle s'enfonce jusqu'à 30 à 85 mètres.

Sans parler du danger de la formation des marais, la profondeur de la nappe ne laisse pas que d'avoir son importance. Elle offre un rapport immédiat avec la salubrité des habitations. Elle a d'autres rapports avec l'étiologie des maladies infectieuses. Il est, à la vérité, des extrêmes qui simplifient beaucoup la question. Ainsi, un sol imperméable dès la surface (cas très rare) n'a pas de nappe souterraine; un autre, perméable à une profondeur énorme, peut en avoir une, mais si éloignée qu'elle perd toute influence sur les êtres vivant à la surface.

En général, il est avantageux que le niveau de la nappe souterraine soit aumoins à 4 ou 5 mètres et ne dépasse pas 10 ou 12 mètres.

A Paris, suivant Delesse (1858), qui, dans ce cas particulier, l'appelle « *nappe d'infiltration* », la nappe d'eau souterraine est formée de quatre nappes secondaires, correspondant à la Seine, à la Bièvre, au ruisseau de Ménilmontant et au canal Saint-Martin, et convergeant vers le centre de la ville, à 27 ou 28 mètres au-dessus du niveau de la mer, c'est-à-dire à 6 ou 7 mètres de profondeur, puisque l'altitude à la surface, en ce point, est de 34 mètres en moyenne. Elle règne d'ordinaire entre les terrains de transport ou de remblai et les marnes supérieures ou calcaires grossiers situés plus profondément (Vallin). Son niveau forme une ligne régulière, légèrement inclinée vers la Seine, passant sous les diverses saillies du sol (Chaillot, Passy, Montmartre, Belleville, Ménilmontant, Sainte-Geneviève), sans s'infléchir. Sur la rive gauche, il n'y a guère que 5 mètres de différence entre le point le plus haut et le plus bas; la différence est de plus du double sur la rive droite, où les terrains imperméables s'élèvent davantage. Elle passe sous le sol des catacombes, c'est-à-dire que les habitants de ces quartiers ne peuvent en être influencés.

La nappe souterraine de Paris a 40 mètres d'altitude à Belleville, 36 au boulevard Magenta, 33 aux Buttes-Chaumont et à l'hôpital Beaujon, 29 à Vaugirard, 28 aux Gobelins (le niveau de la Seine étant à 25-26 mètres). Mais, à l'Observatoire, le sol est à 61 mètres, la nappe à 30, c'est-à-dire qu'elle a une profondeur de 31 mètres. Tandis qu'au quai des Grands-Augustins, le sol est à 33 mètres, la nappe à 26, soit à 7 mètres de profondeur. Au pied de la colline Montmartre, rue Taitbout par exemple, l'eau est souvent voisine du sol (2 mètres environ).

	NIVEAU DU SOL.	NIVEAU de L'EAU SOUTERRAINE.	PROFONDEUR de LA NAPPE.
Hôpital Lariboisière	58 mètres.	35 mètres.	23 mètres.
Barrière Montparnasse	55 —	29 —	26 —
Observatoire	61 —	37 —	31 —
Panthéon	58 —	27 —	31 —
Barrière de l'Étoile	58 —	28 —	30 —
Barrière de Clichy	58 —	33 —	25 —
Barrière Blanche	61 —	32 —	29 —
Belleville	90 à 116	40 —	50 à 76

Ce tableau est emprunté à Vallin, qui a cherché si les influences de la nappe souterraine avaient joué quelque rôle étiologique dans l'épidémie très sévère de fièvre typhoïde de 1876, à Paris. Les résultats de cette enquête ont été peu significatifs et, dans tous les cas, notablement différents de ceux qui ont été reconnus pendant le choléra de 1832, bien plus meurtrier (35 décès pour 1,000 hab.) aux arrondissements riverains qu'aux arrondissements très élevés (16 décès pour 1,000 hab.). Mais l'auteur remarque judicieusement que la statistique des décès ne distingue pas entre les divers quartiers d'un même arrondissement, où la nappe peut être plus ou moins voisine du sol, et que d'ailleurs, ce n'est pas tant la proximité de la nappe, qui a de l'importance, que ses oscillations verticales. Or, Paris ne bénéficie pas encore, comme nombre de villes étrangères, de stations multiples où l'observation de ces mouvements soit suivie et enregistrée.

Ce sont d'abord les précipitations aqueuses atmosphériques, pluie, neige, rosée, qui alimentent la nappe souterraine et, par suite, les sources, les cours d'eau, les lacs, la mer. Le *régime* des pluies, celui des saisons, donnent à cette alimentation ses caractères particuliers.

Il n'arrive jamais à la nappe qu'une fraction de l'eau tombée. Dalton a calculé que la Tamise et les autres fleuves d'Angleterre ne portent à la mer que 40 p. 100 de l'eau qui a arrosé le pays. La Seine n'écoule qu'un tiers de l'eau de pluie tombée sur les terrains de son bassin ; le Rhône, que 58 p. 100; la Garonne, 64,6 p. 100 (Soyka); le Rhin, 50 p. 100 (Berghaus). Des constatations analogues ont été faites à l'égard de la Weser, de la Lippe, de l'Yonne.

Il en résulte qu'indépendamment de l'étendue de la surface arrosée, correspondant à une nappe souterraine, et de l'abondance des précipitations aqueuses dans la région, il faut toujours tenir le plus grand compte de l'aptitude du sol aux infiltrations d'eau jusqu'à la nappe et de l'alimentation de cette nappe, s'il y a lieu, par la déperdition de certains ruisseaux, lorsqu'il s'agit d'apprécier dans quelle mesure telle ou telle nappe peut assurer l'approvisionnement d'eau d'une ville.

La nature du sol et l'intensité variable de l'*évaporation* expliquent que l'ascension du niveau de la nappe souterraine n'ait pas toujours lieu dans le même temps après les pluies dans un même lieu et n'offre pas les mêmes rapports en tous lieux avec les précipitations atmosphériques. On a constaté, sur certains points, que le sommet de la courbe du niveau de l'eau souterraine coïncide précisément avec la plus grande chaleur de

l'année. A Munich (28 ans d'observation), le sommet de la courbe des précipitations tombe en juin et celui de l'eau souterraine en juillet ; mais, à Berlin (16 ans d'observation), le premier est en juillet et le second en avril. En outre, les rapports des deux courbes sont bien différents d'un point à l'autre. Tandis qu'à Munich une différence entre le minimum et le maximum mensuel des pluies allant de 30 à 112 millimètres d'eau n'arrive qu'à faire passer le niveau de l'eau souterraine de l'altitude minima 515^m,485 à l'altitude 515^m,753 comme maximum, les extrêmes correspondants, à Berlin, sont 32 et 66 millimètres de pluie, 32^m,38 et 32^m,96 d'altitude de l'eau souterraine.

Tous les météorologistes savent qu'en beaucoup de lieux, comme Madrid, Rome, le Caire, etc., il s'évapore trois ou quatre fois plus d'eau qu'il n'en tombe. Il faut donc que sur des espaces voisins, l'évaporation soit entravée par diverses conditions de température, de végétation. La pénétration de la pluie dans le sol est la meilleure protection contre l'évaporation et, en fait, plus l'eau a pénétré profondément, moins elle s'évapore (Soyka, d'après Haberlandt). La faiblesse de l'évaporation en hiver permet de comprendre pourquoi les précipitations de cette saison sont le plus sérieux aliment de la nappe souterraine. En été, dans les pays secs, il est certain que la condensation de la vapeur d'eau de l'atmosphère, par *absorption* de la part du sol (Volger), rend une part sérieuse de son eau au sol. La raison physique de cette condensation est dans la température du sol, plus basse, à ce moment et à une faible profondeur, que celle de l'air. Le sol sec et froid absorbe au mieux la vapeur d'eau.

Dans l'année sèche 1865, Risler a observé que, sur sa propriété de 12,300 mètres carrés, des 815 millimètres d'eau tombée il s'en évapora 664, ou 81 p. 100. La moyenne, sur une série d'années, est bien au-dessous de ce chiffre.

D'ordinaire, une pluie modérée et fine, fût-elle d'abondance médiocre, profite plus à l'eau souterraine que les averses violentes, quelle que soit la quantité d'eau qu'elles précipitent.

Utilisation de la nappe souterraine comme moyen d'approvisionnement d'eau. — En dehors des sources proprement dites qui s'en échappent, la nappe souterraine alimente tous les puits que les particuliers creusent dans les centres habités. Elle peut également servir à abreuver les groupes urbains et, en fait, de nos jours, comme on le verra (chap. Eau), elle fournit, à l'aide de puits profonds et de galeries d'aspiration, des quantités énormes d'eau irréprochable à des municipalités qui, parfois, croient emprunter l'eau d'un fleuve. — On a calculé que, dans un rayon de 20 lieues autour de Londres, le bassin de la Tamise, formé d'une épaisse couche de craie sur roche imperméable, emmagasine par jour plus de 2 millions de mètres cubes d'eau, même en supposant que le sol n'y absorbe que 150 des 700 millimètres d'eau qui y tombent annuellement.

Variantes de la nappe souterraine. — Il existe, parfois, dans un plan

différent de la nappe principale, des *nappes secondaires* d'étendue restreinte, qui, sauf leurs dimensions, ont les mêmes rapports avec la santé des humains que celle qui a été étudiée. D'autres sont comprises entre deux couches imperméables (*Untergrundwasser*, Virchow); ce sont les *nappes profondes* ou secondes nappes, que l'on va quelquefois chercher par dessous et à travers la première, la vraie nappe souterraine, dans les grandes villes industrielles, comme Lille, où celle-ci est très corrompue et, surtout, trop peu abondante. On fait, dans ces cas, des puits de 30 à 60 mètres de profondeur.

Suivant Delesse, la véritable nappe souterraine, à Paris, serait, au contraire, sur un plan plus élevé que la *nappe d'infiltration* (qui se draine à la Seine). Elle est au-dessus de l'argile de Beauce et de l'argile verte, bien plus haut que cette dernière. La nappe d'infiltration s'étend principalement dans la vallée de la Seine et de la Marne, où elle alimente les puits; la nappe souterraine venant de l'argile verte gagne les collines et les plateaux des environs de Paris, où elle fournit des sources en abondance.

On peut considérer comme nappes souterraines les eaux invisibles qui, en Afrique, dans des zones sans pluie, reposent dans des dépressions de terrain, à fond de rochers, remplies d'une couche d'alluvions. En ce point surgit une oasis. Mais la menace d'influences malariales de la part du sol est établie (marais souterrain).

MESURE DE LA PROFONDEUR DE LA NAPPE ET DE SES OSCILLATIONS VERTICALES. — Ce que l'on cherche, c'est la distance de l'eau souterraine à la surface du sol et les variations de cette distance.

Pour faire cette recherche, on choisit un puits qui ne serve qu'à cela ou un trou de forage fait exprès. Autrement, l'eau extraite du puits ferait baisser artificiellement le niveau de l'eau souterraine. Toutefois, on peut attendre quelques heures après qu'il a été puisé de l'eau, pour pratiquer la mensuration, et même, dans les terrains légers, opérer tout de suite, parce que l'eau puisée est vite remplacée et que le niveau se rétablit aussitôt. Un ruban métrique ou une longue règle, portant à son extrémité libre un corps sur lequel la trace de l'eau se reconnaît aisément, est descendu dans le puits suffisamment pour rencontrer l'eau. On note, d'autre part, le point où la partie supérieure du ruban se trouve à la hauteur d'un « point fixe » situé sur la margelle et précisant l'altitude du lieu. La distance, lue sur le ruban, entre la division correspondant à ce point fixe et celle où l'on constate l'humectation par l'eau du puits, est la mesure cherchée. Pettenkofer a imaginé de munir de petits récipients ou coquilles la partie inférieure du ruban. Ces coquilles se succèdent à de courtes distances; on compte les divisions jusqu'à la première qui se trouve pleine d'eau.

On n'a pas tardé à recourir à des appareils automatiques et même enregistreurs. A Munich, une chaînette portant du côté du puits un *flotteur* en liège, de l'autre un contrepoids, s'enroule sur un cylindre horizontal qui porte, à une extrémité, une aiguille verticale. Selon que le flotteur monte ou s'abaisse, l'aiguille indique des chiffres plus ou moins élevés sur un cadran fixé en arrière d'elle. Il y avait, à l'exposition d'hygiène de Berlin (1883), un appareil enregistreur construit par Fuess : un flotteur portait une tige verticale, rigide, armée d'un crayon horizontal

à sa partie supérieure hors du puits ; celui-ci inscrivait sur un cylindre tournant les oscillations que la montée ou la descente du flotteur imprimaient à la tige.

Applications de l'observation de la nappe souterraine à l'étiologie. — On a pu déjà entrevoir, surtout à un point de vue général, quelques-unes des conséquences sanitaires qui peuvent résulter des phénomènes de décomposition dans l'épaisseur des premières couches du sol, favorisés par l'humidité de ces couches et accompagnés de dégagements et d'échanges gazeux. Les hygiénistes ont éprouvé le besoin de préciser ces conséquences et nous chercherons à faire de même. Parmi les tentatives de ce genre, il en est qui appartiennent encore à l'histoire contemporaine et qui ont eu un éclat mérité. Il convient de les prendre pour point de départ.

I. Ces essais ont porté sur l'étiologie du choléra et celle de la fièvre typhoïde.

α. *Choléra.* — On avait remarqué, dès les premières apparitions du choléra en Europe et particulièrement en France (Nérée Boubée, Fourcault, Vial, Dechambre), que les localités reposant immédiatement sur le roc ou sur des couches compactes, inaccessibles à l'eau, pouvaient bien présenter des cas isolés de la maladie, mais n'avaient jamais eu que très rarement de véritables épidémies de choléra. On savait également que les foyers épidémiques du mal affectionnent les localités situées le long des fleuves ; mais, comme d'autre part l'homme est le véhicule avéré du fléau, on ne voyait dans ce fait que le rôle de grandes routes, départi aux fleuves dans les relations entre humains.

En 1854, Pettenkofer reconnut que l'on trouvait, dans la carte épidémique du choléra, des localités atteintes qui n'étaient pas précisément sur le passage par eau, mais se reliaient au fleuve uniquement par leur situation dans le bassin ou sur la pente d'une vallée. Les localités établies sur la ligne de partage des eaux, fussent-elles à une hauteur médiocre, étaient régulièrement épargnées. On s'aperçut bientôt que le voisinage des fleuves, en soi, n'était pas l'influence décisive. Là où la rive était formée de terrain compacte, on n'avait pas le choléra, et, sur les rives de terrain poreux, la vallée fluviale n'était frappée épidémiquement que dans une étendue limitée. Or, dans un terrain dont les couches superficielles sont poreuses, c'est la couche imperméable la plus prochaine qui détermine la ligne où un cours d'eau doit apparaître au jour. Ce cours d'eau occupe nécessairement les points les plus déclives, le long de la ligne sur laquelle convergent les couches imperméables de pentes diverses. Là, l'humectation du sol poreux n'est plus ce qu'elle était à la ligne de partage. De même les alternatives d'humectation du sol poreux varient d'un point à un autre de la vallée fluviale ; un degré d'humidité qui n'existe plus à la partie supérieure de la vallée peut persister en aval.

Mais ce n'est, dit Pettenkofer, ni le sol poreux en soi, ni la nappe souterraine seule, qui ont de l'importance vis-à-vis du développement des épidémies cholériques ; la circonstance déterminante, ce sont les alter-

nances de niveau de cette nappe, les inondations souterraines. L'épidémie de 1854 à Munich et celle de 1855 à Zurich et ailleurs ont été précédées d'une énorme élévation du niveau de l'eau tellurique.

Il va de soi que l'auteur n'attribue pas une influence directe et mystérieuse à ces oscillations mêmes ; celles-ci agissent en humectant les détritus organiques de provenance humaine dont le sol est imprégné, non seulement sous les habitations en maçonnerie de nos villes et de nos villages, mais sous les tentes des troupes en expédition, autour des baraques et des boutiques improvisées où s'abritent et se fournissent les ouvriers employés aux grands travaux publics, et même aux lieux de campement des caravanes de pèlerins, dans la traversée du désert. La souillure dangereuse, dans le cas présent, est la dispersion ou la pénétration dans le sol des excréments humains. Le moment redoutable est celui où, à une ascension considérable du niveau de l'eau souterraine, succède un abaissement qui laisse derrière lui l'humectation et fait appel à l'air extérieur. C'est dans le sol d'alluvion que ce phénomène est le plus facile et le plus commun. Même dans l'Inde, il semble présider aux réveils épidémiques de l'endémie dont cette contrée a le fâcheux privilège.

La quatrième proposition contenue dans les recherches de Pettenkofer sur le choléra dans l'Inde est ainsi conçue : « L'élément du processus cholérique, qui se développe dans le sol et dépend essentiellement des allures du choléra par rapport au temps, dans ses foyers d'endémicité ou d'épidémicité, exige, parmi d'autres conditions, un certain degré d'humidité moyenne du sol. Une sécheresse permanente (comme celle du désert) et une humectation prolongée du sol (comme dans le Delta du Gange, à la fin de la saison des pluies) sont également défavorables au choléra. C'est pourquoi, dans les régions de l'Inde supérieure, où la sécheresse et la chaleur dominent, le choléra coïncide habituellement avec la saison des pluies (choléra d'été ou de la mousson, à Lahore), tandis que dans le Bas-Bengale, dont le climat se caractérise par la chaleur humide et des précipitations aqueuses abondantes, le choléra se réveille avec le printemps sans pluie (choléra de printemps, à Calcutta) et disparaît de nouveau avec les pluies et la mousson d'été. Les localités, telles que Madras, qui, toutes choses égales d'ailleurs, tiennent le milieu entre Lahore et Calcutta pour le régime des pluies, présentent, assez régulièrement, dans la même année, un choléra de printemps et un choléra d'été.

« Ainsi, selon que, dans une même contrée, les circonstances de température, d'humidité et, par conséquent, les oscillations de la nappe souterraine, s'écartent de la règle ordinaire, le rythme dans le temps et la fréquence du choléra varient dans un sens ou dans l'autre. A Bombay, l'on voit, pour ces raisons, prédominer tantôt le choléra d'été, tantôt celui de printemps.

« Une même quantité de pluie agit différemment sur des sols de constitution différente et différant aussi par la sécheresse ou l'humidité habituelle. Le sol et les oscillations de la nappe souterraine peuvent être regardés comme les raisons de l'immunité temporaire ou permanente. »

En cherchant à vérifier, pour quelques villes de France, la théorie tellurique de la propagation du choléra, Decaisne constate que Lyon a toujours montré une grande résistance à ce fléau ; ce qu'il y a de plus frappant dans les conditions hygiéniques de cette cité, c'est qu'une partie de la ville repose sur le roc et le granit, soit immédiatement, soit par l'intermédiaire d'une couche d'argile inter-

posée (Croix-Rousse, Fourvières, Saint-Just), et que l'autre partie, qui repose sur le terrain d'alluvion (Perrache, la Guillotière, les Brotteaux, Vaise), possède une nappe souterraine toujours très élevée et ne s'abaissant notablement qu'avec les bas niveaux du Rhône. Ces quartiers furent même assez éprouvés en 1854, époque à laquelle le Rhône descendit à l'un des niveaux les plus bas qu'on ait eus depuis quarante ans. Versailles, qui ne fut jamais que très peu touchée par le choléra, est bâtie sur un sol sablonneux qui recouvre à peu de profondeur une couche de marnes imperméables; les fondations des maisons de Versailles (Gémin) reposent sur cette couche. Paris, au contraire, qui ne s'est montré réfractaire à aucune des épidémies cholériques, est bâti sur les *terrains éocènes tertiaires*, perméables et arides.

Dans le bassin de la Seine, il y a eu immunité cholérique pour le massif granitique du Morvan, le *terrain crétacé inférieur*, excessivement humide, imperméable, couvert d'étangs, les *argiles à meulières supérieures*, de même caractère, le *Lias Auxois, Bazois*, argileux, très imperméable, aride en été. Ont été maltraités : les *calcaires oolithiques* de la Bourgogne, arides par excès de perméabilité, la *craie blanche* de Champagne, et les *terrains éocènes tertiaires*, calcaire grossier, sables moyens.

Les villes de Birmingham, Francfort-s.-M., Würzbourg, Stuttgart, Crefeld, Salzbourg, Innsbrück, Münster, ont été reconnues jouir d'une immunité pareille à celle de Lyon et Versailles vis-à-vis du choléra.

La théorie de Pettenkofer obtint rapidement une grande vogue, non toutefois sans rencontrer des contradicteurs autorisés. C'est à l'occasion d'objections soulevées par Virchow, que l'auteur s'expliqua à l'aide de l'hypothèse de la *génération alternante* des germes, défendue aussi par le professeur Liebermeister (de Bâle), et à laquelle sa formule étiologique s'adaptait, en effet, merveilleusement. Ce n'est pas le lieu de développer cette doctrine; qu'il suffise de dire que l'on distinguait le *germe* (*Cholerakeim*) du *poison* cholérique (*Choleragift*); le premier se trouve chez le malade et dans ses selles; il est inoffensif; pour devenir poison et être capable d'infecter un sujet sain, il a besoin d'accomplir une nouvelle phase de son existence, hors de l'homme, dans un *substrat* approprié. Le meilleur substrat, ou milieu, est le sol souillé d'immondices et dans lequel l'air et l'eau se rencontrent.

Aujourd'hui, les élèves de l'École de Munich et le maître lui-même, dans son grand ouvrage sur l'*État actuel de la question du choléra*, cherchent à moderniser la doctrine formulée, il y a plus de trente ans, et à en atténuer, en quelque sorte, l'expression première. On vise un peu moins les oscillations de la nappe souterraine et davantage les conditions qui rendent le sol « miasmatique » (*Siechhaft*, Nägeli), en tête desquelles, toutefois, reste toujours un degré prononcé d'humidité. Il n'est plus guère question de la « *Grundwassertheorie* », mais de la théorie « *localiste* ». Il y a une certaine *disposition de lieu* (dépendant du sol) qui, à la faveur d'une certaine *disposition de temps*, décide souverainement de la réussite des germes cholériques, importés parmi les groupes; à tel point que cette disposition locale est plus importante que la bactérie du choléra et que, pour Pettenkofer, l'assainissement du terrain prime tout à fait la désinfection, l'isolement et les quarantaines. — On ne contestera peut-être pas que la réalisation du premier ne réduise beaucoup l'œuvre des autres.

Malgré ces concessions, l'étiologie du choléra, depuis la découverte du bacille de Koch, rompt tous les jours le cercle dans lequel l'enfermait Pettenkofer. On semble affirmer de plus en plus sa transmissibilité directe, sans l'intermédiaire du sol, par tout autre véhicule que l'air s'élevant de celui-ci, par l'eau de boisson spécialement (R. Koch, Marey, Proust, Brouardel, Charrin, v. Gruber, etc.); finalement, la possibilité de sa propagation sur toutes les formations géologiques, même sans nappe souterraine (L. Pfeiffer).

β. *Fièvre typhoïde.* — De 1855 à 1866, pendant que Pettenkoffer notait les oscillations de l'eau souterraine, Buhl autopsiait tous les typhoïsants morts à l'hopital de Munich et en tenait exactement le registre. Rapprochement fait, il se trouva que les plus bas niveaux de la nappe coïncidaient avec les chiffres les plus hauts de la léthalité typhoïde et, inversement, que les niveaux les plus élevés de la nappe souterraine se rencontraient, sous le rapport du temps, avec les chiffres les plus faibles du typhus abdominal. Buhl en concluait simplement que le principe spécifique de la fièvre typhoïde est dans le sol; mis à nu quand la nappe plonge, il serait recouvert par elle quand elle remonte. Ce qui est incontestable, c'est que plus la chute de la nappe souterraine est rapide, profonde et durable, plus riche est la quantité de substances organiques putrides qui sont mises en liberté dans le sol; réciproquement, plus son ascension est rapide, puissante et prolongée, plus il y a de ces matières recouvertes et submergées.

En supposant que le principe de la fièvre typhoïde fût un germe et qu'il y eût encore lieu ici à une génération alternante, on ne pouvait mieux trouver pour expliquer comment le milieu d'évolution (*substrat*) était tantôt offert, tantôt soustrait, au germe typhoïde. Et si ce germe existe à un moment donné dans le sol (venu avec les selles d'un premier typhoïsant), rien n'est plus simple que de comprendre sa pénétration dans l'air de nos demeures, grâce aux échanges gazeux inévitables entre l'air du sol et l'atmosphère, et sa puissante influence dans l'atmosphère limitée de nos appartements, où aucun moyen de ventilation ne permet d'approcher de la dissémination des germes qui se fait d'elle-même à l'air libre.

L'échange gazeux atteint quelquefois aussi son effet en pleine campagne ; en ce qui concerne le choléra, Pettenkofer relevait soigneusement le fait qui suit. Il y avait, aux Indes, une certaine route par une vallée fluviale, sur laquelle les troupes anglaises, à certaine époque de l'année, ne pouvaient jamais camper sans avoir de nombreux cas de choléra : on avait fini par l'éviter systématiquement. Un jour, par suite de circonstances pressantes, un détachement de 400 hommes, sous le commandement de sir Patrik Grant, fut obligé de la reprendre. On défendit rigoureusement aux soldats d'entrer dans aucune maison des indigènes, de boire même une goutte d'eau des sources du pays. Néanmoins le campement dans la vallée coûta la vie à 80 hommes du détachement. D'où était venu le germe du choléra, sinon du sol, par l'air émané de ses couches superficielles?

Presque dans le même temps que Buhl, Seidel (de Dresde) apportait un sérieux appoint à la théorie des oscillations du Grundwasser en montrant

que le niveau de la nappe souterraine dépend de la quantité d'eau tombée et, à la fois, que les mois de plus grande précipitation aqueuse sont ceux de moindre léthalité typhoïde. Il était tout naturel de réunir les trois faits : eau tombée, niveau de l'eau souterraine, fréquence de la fièvre typhoïde. C'est ce qui fut fait et Pettenkofer, d'après les calculs de Seidel, put annoncer en 1872, à la Société médicale de Munich, que seize années d'observations permettaient d'affirmer que les probabilités de la coïncidence d'un niveau d'eau souterraine déprimé avec une fréquence élevée du typhus abdominal étaient désormais de 36,000 contre 1. *Le typhus* (abdominal) *monte comme le Grundwasser descend :* telle est la loi.

II. Or, cette loi a été l'objet de protestations nombreuses, ou tout au moins a paru, çà et là, susceptible de restrictions ou de modifications profondes. Virchow consent à regarder les années sèches comme des années de typhus (abdominal), ce qui ne dérange pas sensiblement la formule précédente; mais, fait-il observer, il y a bien des localités où les couches superficielles du sol sont humides sans qu'il y ait de nappe souterraine ; les oscillations de celle-ci peuvent donc avoir quelque influence, sans être une condition *sine quâ non.* Pfeiffer et Delbrück ont trouvé une relation différente : celle du choléra avec la température du sol. Il est vrai que la discordance est loin d'être absolue, puisque, nous le verrons, lorsque la nappe souterraine s'est retirée et que la fermentation putride commence, rien ne la favorise mieux que la chaleur des couches qui en sont le foyer.

Sur divers points d'Allemagne et à Munich même, en face de la *Grundwassertheorie*, s'éleva une doctrine étiologique nouvelle et qui faisait table rase de la première, à savoir celle de la propagation du choléra et de la fièvre typhoïde par l'eau de boisson (*Trinkwassertheorie*), dont Wolfsteiner fut le champion déterminé dans la Société des médecins de Bavière. Divers faits éclatants, observés en Angleterre (Snow), en Hollande (Snellen), en Allemagne même (Wolfsteiner, Zuckschwerdt), plaidaient en faveur de ce nouveau rapport étiologique, que nous retrouverons ultérieurement.

Quant à l'influence de la nappe souterraine, Buchanan faisait remarquer que 25 villes anglaises, à l'aide de l'établissement de conduites d'eau et de la canalisation souterraine, avaient fait baisser notablement le niveau de leur nappe sans que pourtant la fièvre typhoïde éprouvât une recrudescence ; c'était plutôt le contraire.

Pettenkofer (1870) considéra cet argument comme une subtilité et n'eut pas tout à fait tort. Ce dérangement artificiel de la nappe souterraine devait évidemment troubler aussi les indications fournies par les oscillations du niveau, sans qu'on puisse taxer l'instrument lui-même d'infidélité, de même que l'on peut, en dérangeant avec le doigt les aiguilles d'une montre qui va bien d'ailleurs, lui faire marquer une heure fausse.

Il y eut des dissidences mieux motivées. Biermer constate qu'à Zurich la fièvre typhoïde de 1867 et celle de 1872 ne respectent pas la loi des oscillations inverses du typhus abdominal et de la nappe souterraine. Socin, à Bâle, d'après un relevé de vingt années (1848-1869), trouve que la fièvre typhoïde n'atteint annuellement ses chiffres les plus élevés qu'un temps

notable après que l'eau souterraine a présenté son plus bas niveau. Nowak (de Prague) fait des observations qui l'amènent à conclure que le Grundwasser monte avant la pluie ; de telle sorte que cette ascension permet d'annoncer la pluie plus sûrement que la chute du baromètre. Albu, à Berlin, contredit énergiquement Virchow sur les rapports que celui-ci admet entre les années sèches et le typhus abdominal et s'efforce de ruiner la part d'influence que l'illustre professeur est disposé à accorder aux oscillations de la nappe souterraine, à l'humidité du sol, aux fermentations organiques. En 1871, 1872 et 1873, il surprend à plusieurs reprises le typhus abdominal et la nappe souterraine oscillant parallèlement, c'est-à-dire en sens inverse de la règle. Krügkula (1878) note que l'épidémie de 1877, à Vienne, éclata au moment où la nappe souterraine, après avoir atteint son plus bas niveau, commençait à monter. Fodor, cependant élève de Pettenkofer, est obligé de déclarer qu'à Budapest les rapports sont inverses de ceux de Munich ; le typhus et la nappe montent et descendent ensemble.

A Paris, Léon Colin s'inscrit en faux contre l'absolutisme de la théorie de Pettenkofer. A côté des faits ordinaires de mobilité et d'ubiquité de la fièvre typhoïde, il cite spécialement l'épidémie de la caserne du Mansourah, près de Constantine (1876), où la nappe souterraine est à une profondeur trop considérable pour que ses oscillations puissent influencer le dégagement d'émanations à la surface du sol ; celle du château de Montbéliard, sur un rocher imperméable et taillé à pic; c'est-à-dire à peu près sans nappe souterraine ; et, enfin, la recrudescence pendant le quatrième trimestre, époque des pluies, de l'épidémie parisienne de 1876.

Pour notre compte, nous invoquerons les cas de contagion immédiats, et que personne ne conteste, de fièvre typhoïde chez les infirmiers employés dans des salles de typhoïsants, ou chez des malades atteints d'affections banales et soignées au voisinage de typhoïsants (Arnould, Quinquaud, Ollivier, Laveran, Debove, etc.) ; les faits de transmission immédiate dans des villages, quelques jours après l'arrivée d'un malade, ou même quelques jours après que des personnes de ce village sont allées visiter de leurs parents, malades dans un village voisin. Il n'est guère possible, ici, que le germe typhogène ait eu le temps d'évoluer en poison dans le substrat ; il n'y a pas eu le temps nécessaire pour l'accomplissement des deux phases d'une génération alternante ; ce sont bien les typhoïsants qui ont infecté les individus sains, sans l'intermédiaire du sol et tout au plus, avec la seule véhiculation atmosphérique. Ce qui, par parenthèse, atteint aussi bien la fameuse théorie de W. Budd que celle de Pettenkofer.



Ces observations contradictoires sont indiscutables et, en réfléchissant aux circonstances nombreuses qui peuvent faire varier tantôt les foyers putrides d'où émane la fièvre typhoïde, tantôt les conditions adjuvantes de ces foyers, humidité, chaleur, etc., personne ne s'étonnera d'apprendre que les choses ne se passent pas partout exactement comme à Munich ou Dresde. Est-ce à dire que les vues étiologiques de Pettenkofer soient

absolument erronées et négligeables ? En aucune façon ; aussi longtemps, au moins, que l'on regardera la fièvre typhoïde comme étroitement liée, dans ses explosions épidémiques, à la présence de foyers putrides, créés par la vie animale et surtout humaine. On ne peut guère contester aujourd'hui que le sol, dans de certaines conditions, à l'intérieur des villes ou des villages, ne soit le grand réceptale des déchets organiques, de la matière à putréfaction. On ne contestera pas davantage que les résidus organiques, les excréments humains surtout, sont d'autant plus dangereux que la fermentation y est plus active.

Le principe de la fièvre typhoïde est un microorganisme; il a donc besoin, pour vivre, comme d'autres microorganismes, de chaleur, d'humidité et de matière nourricière. Toutes ces conditions ne se trouvent jamais mieux réunies que dans le cas supposé par Pettenkofer, pourvu qu'on n'attache pas une importance absolue à loi des *oscillations inverses*. Aussi faut-il tenir compte des vues étiologiques de cette École, tant qu'il ne sera pas démontré que le *bacille typhique*, qui est complaisant et vivace, ne saurait ni se développer ni se conserver dans le sol, quelles qu'en soient les propriétés. La question est plutôt de savoir comment il peut en sortir, avec l'eau ou avec l'air, problème que nous aborderons bientôt.

Que si l'influence *typhogène*, directe et spécifique, du sol venait à être controuvée, il n'en resterait pas moins que, du sol imprégné de substances putrescibles, où le degré convenable d'humidité a permis la fermentation, il se dégage des produits gazeux et des composés volatils mal définis, qui sont l'association la plus fâcheuse que puisse subir l'air atmosphérique. Ces *émanations* agissent, au moins, sur les récepteurs de la fièvre typhoïde, préparent l'économie à être un bon terrain de culture et affaiblissent la vitalité de la cellule animale.

Mais le sol ne peut-il être à la fois chaud, aéré et humide, qu'à la condition de posséder une nappe souterraine? Et, s'il y a une nappe souterraine, la fermentation, avec l'activité qui convient pour l'éclosion d'une épidémie typhoïde, se rencontrera-t-elle toujours à point nommé avec tel ou tel des mouvements de cette nappe ? L'effet pathogénique des émanations du sol sera-t-il constant et fatal, et les phénomènes de putréfaction ne peuvent-ils s'accomplir que dans le sol perméable, dans les conditions convenables pour la réviviscence de la fièvre typhoïde? Les choses naturelles n'ont point cette invariabilité, et les études étiologiques ne nous ont guère habitués à des rapports simples et mathématiques entre les faits extérieurs et la génération des maladies.

La formule de Pettenkofer exprime un fait général réel et qui peut être d'observation fréquente ; mais elle ne saurait être acceptée comme unique et d'application universelle. Nous avons proposé ailleurs de ne la prendre que dans le premier sens, qui ressort suffisamment des développements dans lesquels on vient d'entrer. « Elle gagnerait de l'importance en perdant de sa rigueur, » disions-nous, et il ne serait pas nécessaire d'adhérer à l'hypothèse de la génération alternante des germes pour admettre qu'un sol accessible aux déjections de cholériques ou de typhoïsants peut être spécifiquement dangereux, et cela d'autant plus qu'il les retient mieux à une faible profondeur et qu'il se prête mieux au conflit de l'air et de

l'eau dans les couches dont l'influence sur l'air atmosphérique est incontestable.

Ici, encore, il semble que les élèves de Pettenkofer admettent quelque atténuation aux formules présentées autrefois. On peut s'en apercevoir à la lecture des récents travaux de Port et de Soyka sur l'étiologie de la fièvre typhoïde (insérés dans *Archiv für Hygiene*, l'organe officiel de l'École de Munich).

Le docteur Port, qui a exposé d'une façon remarquable les allures de la fièvre typhoïde dans les casernes de Munich, maintient la loi fondamentale : que les épidémies de typhus sont amenées par la chute de la nappe souterraine et réprimées par son ascension ; mais il ajoute déjà : « dans tous les lieux où les propriétés du sol sont les mêmes qu'à Munich ». Il reconnaît, en outre, que le point le plus bas de la courbe du typhus retarde de 4 mois sur le point le plus élevé de celle de la nappe, et que le *fastigium* du typhus retarde d'autant sur le moment de la plus grande dépression de l'eau souterraine. Enfin, il ne dissimule pas certaines irrégularités, ressortant d'ailleurs de ses graphiques, soit d'une année à l'autre dans la même caserne, soit d'une caserne à la voisine.

Soyka établit une intéressante comparaison entre les villes de Berlin, Munich, Francfort-s.-M., Brême, Salzbourg. Les observations faites sur ces points divers confirment essentiellement le principe ; mais avec quelques divergences qui amènent l'auteur à rester, au moment de ses conclusions, dans des termes généraux. « La répartition saisonnière du typhus, dit-il, a un rythme qui ne correspond pas aux divisions ordinaires du temps, mais aux changements dus à la hauteur de l'eau souterraine. Le rythme du typhus est *généralement* en sens inverse de celui de la nappe. » On peut aisément, à la seule inspection de ses courbes, surprendre parfois le typhus et le niveau de l'eau souterraine marchant parallèlement; par exemple, à Berlin, en 1874; à Brême, en 1874 et 1884; et même à Munich, de 1880 à 1885. L'auteur admet, ce qui est grave pour l'École à laquelle il appartient, qu'un bon approvisionnement municipal d'eau soustrait, au germe typhique, un « moyen de transport important », encore qu'il puisse influencer la nappe en ne mettant plus à contribution les puits. Bref, il ne réclame plus, pour les oscillations de la nappe, un rôle causal, mais simplement le titre d'une *condition*, de même que la poussière, dans la théorie d'Aitkin, est une condition du brouillard, mais ne le fait pas. Nous pensons que bientôt il faudra encore faire descendre de cette dignité les oscillations de la nappe souterraine.

En France, le professeur Cornil (*Acad. de méd.*, 29 mars 1887) a proposé, de l'influence des oscillations de la nappe, une explication déjà avancée par Gaffky, mais que l'école de Munich n'acceptera certainement pas. « La théorie de Pettenkofer, dit Cornil, ne contient qu'une partie de la vérité au sujet de l'étiologie de la fièvre typhoïde, mais cette partie de vérité est incontestable... Un abaissement de la nappe souterraine, c'est la diminution d'une rivière ou d'une source, c'est l'accumulation, sous un plus petit volume, des germes nocifs qu'elle peut contenir. D'autre part, dans un terrain perméable, c'est l'attraction des microbes vers les parties déclives, c'est-à-dire vers les origines de la collection des eaux. Le contraire a lieu naturellement, quand la nappe s'élève ; la quantité de l'eau dans les sources ou les rivières est augmentée et, pour un même poids, sa virulence est détruite ou affaiblie. Les organismes pathogènes, au lieu d'être attirés vers ces

sources, sont alors projetés loin d'elles par l'ascension de l'eau souterraine. »

Ces vues ont l'attrait de la simplicité. Malheureusement, même en regardant comme certaine l'aptitude très contestée du bacille typhique à vivre dans l'eau, elles supposent résolues un assez grand nombre de questions relatives aux rapports de la nappe avec les collections d'eau visibles et au déplacement des microorganismes dans le sol ; questions encore à l'étude, mais dont la solution ne semble pas devoir incliner manifestement dans le sens de l'éminent professeur de Paris. Après tout, si le bacille typhique se plait dans l'eau, on ne voit pas bien en quoi l'ascension de la nappe vers les couches superficielles, naturellement les plus souillées, pourrait lui être défavorable.

5° Thermalité du sol.

Les couches du sol qui intéressent l'hygiène reçoivent de la chaleur, d'une part du foyer central, d'autre part du soleil. Leur état thermique, sous cette double influence, est réglé par la *conductibilité* et la *capacité calorifique* des éléments du terrain, modifiées elles-mêmes par les proportions d'air ou d'eau que le sol renferme.

La température du sol s'accroît d'environ 1 degré par 30 ou 32 mètres, en descendant de la surface vers le centre. Le fait intéresse immédiatement les mineurs, dont quelques-uns travaillent à 500 ou 600 mètres sous terre. Dinzer, observant par des trous de sonde et tenant compte de la chaleur développée par le forage même, a élevé ce chiffre à 1° par $27^m,8$. C'est là une loi d'observation. Mais l'on conçoit que, pour être générale, elle ne se vérifie qu'à partir d'un point suffisamment distant de la surface pour que le sol devienne indifférent aux oscillations de la température extérieure. La profondeur de ce point varie quelque peu selon les latitudes et surtout en raison de la conductibilité des éléments du sol, de la perméabilité du terrain qui permet plus ou moins les échanges gazeux, etc. Les caves de l'Observatoire de Paris, à 29 mètres de profondeur, marquent au thermomètre, depuis plus de cent ans (Réaumur, Lavoisier, Arago), une température d'à peu près 11°,7 (C.), sans oscillation notable. En diminuant ce chiffre d'un peu moins d'une unité, on obtient 10°,8, qui est précisément la moyenne thermique annuelle de Paris, donnée par les instruments et l'observation directe.

Le point de *température invariable*, dans la profondeur, possède, en effet, la moyenne thermique du lieu. A Paris, ce point est donc vers 35 ou 36 mètres de profondeur (la moyenne réelle, d'après Renou, ne dépassant pas 10°). Parkes, observant en Angleterre, place ce point entre 16 et 30 mètres; Roth et Lex, en Allemagne, à 10 mètres. Là où la moyenne thermique du lieu est au-dessous de zéro, la zone de température constante est toujours gelée ; par suite, l'épaisseur du sol gelé est d'autant plus grande que la température moyenne annuelle est plus au-dessous de zéro (Soyka).

L'effet de la chaleur centrale est perceptible dans les mines, sous les tunnels de montagnes. Nous avons personnellement constaté 25 degrés, au fond de la fosse du Chaufour (Anzin), à 400 mètres, la température extérieure étant de 10°. Il y a également 30°,1 dans le tunnel du Mont-Cenis, à 1,609 mètres au-dessous du sommet de la montagne (Giordano); 30°,6 dans le tunnel du Saint-Gothard, à 1,250 mètres au-dessous de la surface (A. Koch).

Il y a une troisième source de chaleur pour le sol, sur laquelle Soyka appelle légitimement l'attention ; ce sont certains phénomènes physiques ou chimiques qui s'accomplissent à sa surface ou dans ses premières couches. Ainsi, l'*absorption* de l'eau ou de la vapeur, la *condensation* de la vapeur d'eau. On sait que 1 kilogramme de vapeur en repassant à l'état d'eau abandonne 536 calories. Il est assez curieux que cette condensation, déterminée par le fait que le sol est plus froid que l'air, tend précisément à compenser ce refroidissement. Les actions chimiques capables de faire de la chaleur dans le sol sont de l'ordre des oxydations et des réductions, qui, pour la plupart, s'accomplissent avec l'intervention des microorganismes; la destruction des combinaisons organiques met en liberté de la chaleur latente.

Pouvoir thermique du sol. — Comme d'habitude, le pouvoir *émissif* et le pouvoir *absorbant* marchent, dans le sol, d'une façon parallèle. L'un et l'autre sont liés aux propriétés physiques et minéralogiques des éléments du sol ; plus élevés dans le sol léger et moins dans les matériaux compactes (Soyka, Lang); moins sensibles dans les terres ou roches de couleur claire et très accentués dans celles de couleur sombre (Wollny). L'humus, qui est noirâtre, absorbe beaucoup plus le calorique que la craie ou que divers sols siliceux de couleur éclatante. La coloration est tellement décisive en ceci, que la teinte brune permet l'échauffement de certaines argiles (*lœss*, *lehm*) ou marnes douées cependant d'une capacité calorifique assez considérable. La couleur sombre élève, de même, l'aptitude au refroidissement (Flügge). Tout ce qui multiplie la surface, la culture, la végétation, augmente les pouvoirs émissif et absorbant.

Capacité pour le calorique. — Il faut distinguer la capacité pour le calorique (ou *chaleur spécifique*) des éléments du sol et celle des sols eux-mêmes.

En les rapportant à la chaleur spécifique de l'eau = 1,000, on a attribué à diverses substances minérales ou même végétales les capacités suivantes :

Eau	1,000	(Regnault).	Kaolin	233	(Lang).
Bois	543	(Mayer).	Argile	217	(Calculée).
Tourbe	529	(Lang).	Marbre (poudre)	214	(Lang).
Gypse	273	(Neumann).	Sable siliceux	190	(Fischer).
Carbonate de chaux	271	(Lavoisier).	Quartz	186	(Kopp).

La capacité calorifique de l'air, = 267, correspond sensiblement à la moyenne de celles des sols.

Il est aisé de comprendre, d'après ce tableau, que la richesse d'un sol en eau en augmente la capacité calorifique. D'où il suit que la présence de l'eau dans le sol retarde à la fois son échauffement excessif dans la saison d'été (indépendamment du refroidissement par évaporation) et l'abaissement exagéré de sa température en hiver (Wollny et Pott). Aussi les expérimentateurs sont-ils arrivés à des résultats assez différents, selon qu'ils

ont étudié la chaleur spécifique du sol — desséché à 100°, — desséché à l'air, — ou en état de saturation capillaire (Soyka). Le degré le plus élevé est au degré inférieur, comme 3.2 : 1, selon Liebenberg ; comme 2.1 : 1, selon Pfaundler. Nous nous bornerons à reproduire, à cet égard, le court tableau suivant, que Soyka emprunte à Schwarz.

Capacité pour le calorique à volumes égaux (Schwarz).

NATURE DU SOL.	DESSÉCHÉ A 100°.		DESSÉCHÉ A L'AIR.		EN ÉTAT DE SATURATION CAPILLAIRE.	
	CHIFFRE absolu.	CHIFFRE proportionn.	CHIFFRE absolu.	CHIFFRE proportionn.	CHIFFRE absolu.	CHIFFRE proportionn.
Sol de marais...........	140	1.00	191	1.36	960	6.85
Sable d'alluvion (quartz.).	325	2.32	347	2.48	675	4.82
Lehm (Lehm-Lœss).......	326	2.33	341	2.46	762	5.44
Argile..................	289	2.00	406	2.90	804	5.74

Conductibilité du sol. — Cette propriété du sol est encore assez indécise, malgré les recherches de Schübler, Péclet, Pott, Less, Littrow, parce que les résultats obtenus sur les éléments du sol à l'état de fragments compactes prouvent peu à l'égard du sol ordinaire, ordinairement assez divisé, et que, si l'on opère sur ces éléments réduits en poudre, on y associe un corps d'une conductibilité extrêmement faible, l'air, qui peut changer le sens des indications.

Le pouvoir conducteur de l'eau est de 21 à 26 fois plus grand que celui de l'air (Eau, 1 ; Air, 0,037 à 0,047). Il en résulte que la présence de l'eau dans un sol sera généralement favorable à sa conductibilité. Dans les sols secs, ce pouvoir semble ne varier que dans la proportion de 1 à 3.5.

Selon Soyka, les comparaisons suivantes de Péclet donnent plus exactement la conductibilité relative que les chiffres absolus de ce pouvoir. Les matières minérales étaient essayées en poudre.

Marbre.....................	3.130	(100)	Craie en poudre..............	0.094	(3.0)
Calcaire....................	1.823	(58.2)	Cendre de bois................	0.066	(2.1)
Gypse......................	0.430	(13.7)	Coton.........................	0.040	(1.2)
Terre cuite..........	0.600	(19.1)	Laine.........................	0.044	(1.3)
Sable quartzeux............	0.270	(8.6)	Duvet.........................	0.039	(1.2)
Brique pilée................	0.152	(4.8)	Tissu de lin..................	0.052	(1.6)

Littrow a exprimé d'autres lois d'une certaine importance. Ainsi : 1° la *constitution mécanique* a la principale influence sur les aptitudes thermiques des sols secs, de telle sorte que la qualité des parties entraînées par le lavage, déterminable par le microscope, mette en évidence leur action ; plus ténues sont les parties constituantes du sol, plus faible est leur conductibilité pour le calorique ; 2° la constitution pétrographique et chimique s'efface devant l'importance de la constitution mécanique. La présence de la chaux et de la magnésie paraît diminuer la conductibilité calorique du sol ; 3° tous les sols humectés conduisent mieux la chaleur que les sols

secs, attendu que l'eau est meilleur conducteur que l'air; 4° cependant, les sols humectés conduisent mieux le calorique que l'eau ; 5° en effet, en soi, les matériaux constituants du sol sont meilleurs conducteurs que l'eau ; 6° les courbes de conductibilité des sols secs sont comprises entre celle de l'eau et celle de l'air; les courbes des sols humides sont, au contraire, toutes supérieures à celle de l'eau, qui est comme la transition entre les premiers et les seconds.

Échauffement du sol. — Les particularités relatives aux divers pouvoirs thermiques du sol sont assez indécises pour qu'il soit indispensable d'explorer leurs effets par l'observation directe. Il est utile, pratiquement, de distinguer l'échauffement *à la surface* et la température *dans la profondeur*.

1. L'*échauffement à la surface*, très important à connaître, puisque c'est là que l'homme est en contact avec le sol, dépend de l'irradiation solaire, de la longueur des jours, de l'exposition et des pentes, qui décident de l'incidence des rayons du soleil et, tout d'abord, de leur arrivée jusqu'au sol (exposition Sud). Il est entravé par la traversée des rayons dans l'air, qui absorbe de la chaleur — à la faveur de la vapeur d'eau, selon Tyndall, — par les brouillards, l'acide carbonique, les poussières en suspension, d'après Magnus, Lecher, Heine. Il est clair que l'état nuageux du ciel retarde cet échauffement et que sa sérénité l'active.

C'est à la surface du sol, meilleur conducteur que l'air, que l'on constate ces hautes températures de 60 degrés (de Humboldt), 67°,5 (Nouet, à Thèbes d'Égypte), et même 70 degrés, sur le sable du désert, ainsi qu'il est arrivé à quelqu'une de nos colonnes du Sud-Algérien. D'ailleurs, pourvu qu'il y ait du soleil, cet échauffement est tout aussi sensible sur les hauteurs, où la raréfaction de l'air diminue son pouvoir d'absorption des rayons calorifiques (Soyka). En effet, au mois d'août 1842, Martins, sur le Faulhorn (2,680 mètres), observait 8°,2 dans l'air et 16°,2 à la surface du sol. Au même moment (9 heures du matin), il y avait à Bruxelles. 21°,4 dans l'air et 20°,1 à la surface du sol.

A vrai dire, sur les hauteurs, le rayonnement nocturne du sol — et le refroidissement consécutif — sont extrêmement intenses.

Au point de vue des oscillations *diurnes* ou *annuelles* de la température de la couche superficielle du sol, le professeur Soyka utilise la comparaison faite par Wild des observations de Dohrandt à Nukuss, sur l'Amou-Daria, avec celles de Neubauer, à Melbourne. La température moyenne annuelle est de 9°,4 dans la première localité; 14°,1 dans la seconde. Or, les *minima* journaliers se rencontrent à 5 heures du matin, à Nukuss et à Melbourne et sont très voisins dans l'air ou sur le sol (un peu plus de 5° à Nukuss ; près de 11° à Melbourne); les *maxima* sont, à Nukuss, 17°,13 dans l'air, à 3 heures, soir; 32°,23 sur le sol, et à Melbourne : 18°,72 à l'air; 26°,32 sur le sol, tous deux à 1 heure après-midi. — Les oscillations annuelles sont remarquables par le rapprochement étroit des *minima* d'hiver ou d'été, à l'air ou sur le sol, à Melbourne comme à Nukuss. Les *maxima*, au contraire, indiquent une supériorité de la température du sol sur celle de l'air de plus de 25 degrés, dans la saison chaude (juillet), à Nukuss, et de plus de 12 degrés en novembre-janvier à Melbourne.

Le caractère de la thermalité de la couche superficielle du sol est de pouvoir varier dans de grandes limites et beaucoup plus rapidement que celle des couches profondes. Elle atteint des degrés qui permettent la multiplication de certains microorganismes pathogènes, alors que ceux-ci ne trouveraient jamais dans la profondeur la chaleur qui leur est nécessaire. Il est remarquable, d'autre part, que la congélation à la surface ne tue pas, d'ordinaire, les formes permanentes.

Moyennes des températures maxima de la surface du sol sans abri (Descroix, Paris).

	1872-73.	1873-74.	1874-75.	1875-76.	1876-77.	1877-78.	1878-79.
Octobre	19°3	19°1	22°9	19°3	19°6	20°9	19°2
Novembre	12.5	12.1	12.7	12.1	13.6	13.6	8.7
Décembre	10.9	6.3	4.2	6.6	10.5	7.8	3.9
Janvier	10.2	9.6	10.1	5.7	11.6	6.6	2.4
Février	6.9	11.9	7.9	10.6	13.9	10.2	10.6
Mars	18.7	17.4	15.6	16.1	14.6	15.5	16.9
Avril	21.7	27.3	27.9	23.5	22.6	23.9	22.0
Mai	29.5	31.9	35.3	30.4	23.9	27.1	27.4
Juin	35.5	37.0	35.0	35.6	34.7	31.8	33.6
Juillet	37.4	36.8	35.1	40.6	32.6	37.4	34.3
Août	34.3	32.7	37.3	37.6	32.5	31.5	36.1
Septembre	24.6	31.0	32.2	26.2	25.5	31.1	34.3

2. L'*échauffement dans la profondeur* est subordonné à la conductibilité du sol ; par suite, à son humectation, à son revêtement par des végétaux.

On peut considérer la profondeur de 5 centimètres, ou aux environs, comme appartenant encore à la couche superficielle. A 5 centimètres, en effet, la température a des extrêmes moins élevés qu'à la surface ; mais le degré thermique peut encore y dépasser notablement celui de l'air.

Au delà de cette profondeur, *la température du sol retarde sur celle de l'atmosphère* et d'autant plus que la profondeur augmente. La loi est vraie des oscillations diurnes et des oscillations mensuelles, des *minima* et des *maxima*. Toutefois, elle n'a rien de mathématique et ne se réalise pas d'une façon proportionnelle à la profondeur. D'après les observations des deux Becquerel, les oscillations thermiques annuelles, à Paris, s'accomplissent : à 1 mètre de profondeur, dans les limites de 7 degrés ; à 6 mètres, dans celles de 1°,07 ; à 31 mètres dans celles de 0°,04.

Dans des observations faites à Bruxelles (Wiel), on attendit un mois pour qu'une couche de sable de 1^{m},8 d'épaisseur fût traversée entièrement par le calorique extérieur ; à une profondeur de 11 mètres, il se passa six mois, de telle sorte que la chaleur du sol atteignait à son maximum précisément à l'époque où la température de l'air était à son minimum. Il en résulte que si certaines maladies, la fièvre typhoïde par exemple, sont réellement influencées par la chaleur du sol et les phénomènes de fermentation qui s'y accomplissent, on s'explique qu'elles n'aient point leur acmé épidémique en été, mais en automne ou en hiver — au moins dans nos contrées.

Nous empruntons à l'*Annuaire de Montsouris* pour 1877 le tableau ci-dessous qui met bien en évidence la proportionnalité du retard thermique dans le sol, à de faibles profondeurs, avec la distance de la surface. La moyenne à l'*air* du mois de mai 1875 a été de 15°,3. — Nous avons fait suivre les chiffres des *maxima* de la lettre grecque μ, pour faire ressortir leur régularité.

Températures moyennes diurnes du sol (mai 1875, Montsouris).

HEURES.	SURFACE.	PROFONDEUR				
		0^m,02.	0^m,10.	0^m,20.	0^m,30.	1 mètre.
6 h. du matin	12°75	13°09	15°18	15°99	16°01	13°59
9 h.	20.75	15.11	15.12	15.73	15.87	13.61
Midi	25.83 μ	17.45	15.87	15.69	15.75	13.64
3 h. du soir	23.66	18.53 μ	16.92	16.01	15.79	13.66
6 h.	16.90	17.99	17.37 μ	16.43	15.98	13.72 μ
9 h.	12.09	16.59	17.14	16.71 μ	16.22	13.69
Minuit	9.72	15.56	16.53	16.65	16.31 μ	13.70

Nous ajouterons le tableau suivant, dans lequel la comparaison est faite avec le sol *gazonné* et auquel, à ce titre, nous renverrons ultérieurement, mais qui met en relief mieux que les précédents la marche respective de la température dans l'air, à la surface du sol et à diverses profondeurs.

Températures moyennes mensuelles du sol gazonné, au soleil (Montsouris, 1874-1875).

MOIS.	TEMPÉR. A L'AIR.	SURFACE EXTÉRIEURE.	SOL A LA PROFONDEUR DE				
			0^m,02.	0^m,10.	0^m,20.	0^m,30.	1 mètre.
Octobre	11°6	13°6	11°79	12°23	12°99	12°85	14°46
Novembre	5.9	6.5	6.61	7.09	7.99	7.88	10.52
Décembre	0.5	0.6	2.13	2.74	3.65	3.54	6.56
Janvier	5.4	5.4	4.06	3.88	4.32	3.88	5.12
Février	1.5	2.4	1.44	1.80	2.57	2.32	4.64
Mars	5.3	7.5	4.98	5.10	5.53	5.06	5.05
Avril	10.2	14.5	9.99	10.11	10.47	9.87	8.00
Mai	15.3	21.1	15.97	16.24	16.59	16.01	13.66
Juin	16.9	22.8	18.15	18.31	18.73	18.20	16.49
Juillet	17.1	22.6	18.16	18.35	18.70	18.20	16.87
Août	19.2	24.6	19.89	19.99	20.45	19.97	18.51
Septembre	16.9	21.3	17.87	18.16	18.80	18.45	18.11

Toutefois, les moyennes ne font pas ressortir un fait très significatif, vis-à-vis de la faible conductibilité du sol; à savoir qu'il faut « des froids très intenses et surtout très prolongés pour que la gelée descende à 0^m,20 ou 0^m,30 et encore, une couche de neige de quelques centimètres d'épaisseur suffit-elle à enrayer ce mouvement d'approfondissement de la gelée ». (Marié Davy.) A l'époque des plus grands froids de décembre et janvier, alors que le thermomètre couché à la surface du sol marquait — 15°,4, le thermomètre placé à 0^m,10 ne descendait pas au-dessous de — 1°,87 ; à

$0^m,20$ il ne dépassait pas $+ 0^m,47$; à 1 mètre il s'arrêtait, quatre jours après, à $+ 3^0,70$ son point le plus bas.

Les soldats, en campagne, creusent volontiers le sol à l'intérieur de leurs tentes, si l'on n'y prend garde ; cette pratique avait une certaine vogue pendant les rigoureux hivers de l'expédition de Crimée (1854-1856), de même que l'on recherchait les *taupinières*, baraques formées de planches disposées comme un toit au-dessus d'un trou dans la terre. Les tentes à sol creusé et les taupinières sont de détestables habitations au point de vue du méphitisme ; mais l'on s'explique aisément que les soldats y trouvent un moyen de conservation du calorique.

En vérifiant la température du sol à diverses profondeurs sur les deux talus opposés d'une tranchée de chemin de fer, sous la direction de F. Küchenmeister, A. Bellmann (de Freiberg) a pu constater que le talus sud (qui ne regarde pas le soleil) a plus froid en hiver et moins chaud en été que le talus nord (exposé au soleil). Ainsi, à 1 mètre de profondeur, le minimum est $1^0,9$, le 5 mars, du côté nord, tandis qu'il descend à $1^0,75$ du côté sud. A la même profondeur, le maximum est $16^0,8$ le 9 septembre, dans le talus nord, et 15,75 dans le talus sud. Cette observation peut avoir quelque importance vis-à-vis du choix de l'exposition des maisons que l'on veut bâtir.

Rapports hygiéniques de la thermalité du sol. — Il suffira de rappeler que la chaleur du sol active la production de CO^2 dans les premières couches (page 34), c'est-à-dire les oxydations organiques ; qu'elle a une action incessante sur les mouvements de l'air du sol (p. 38) ; qu'enfin, la rétraction de certains sols, sous l'influence de la chaleur et de l'évaporation, exaspère d'une façon parfois très dangereuse les échanges entre le sol et l'atmosphère.

Mais la température du sol prend une importance plus grande encore lorsqu'on envisage le rôle qu'elle peut jouer dans les fermentations qui s'accomplissent au sein du sol, source de chaleur elles-mêmes, et dans la vitalité des microorganismes, soit ceux de la putréfaction, soit ceux que l'on appelle pathogènes. Ces derniers peuvent aisément trouver dans la couche superficielle du sol ces hautes températures, voisines de la chaleur du sang, que l'air n'atteint presque jamais, non plus que l'eau ; tous deux étant mauvais conducteurs et l'eau possédant une haute chaleur spécifique. Cette couche peut donc être le lieu de multiplication des microbes pathogènes, et les autres, plus profondes, leur lieu de conservation, en raison de ce qu'elles atteignent à des degrés beaucoup moins élevés.

Bien avant que la doctrine de la nature parasitaire des maladies infectieuses fût assise sur les bases solides que lui ont données les découvertes contemporaines, on soupçonnait déjà les relations de la température du sol avec le développement de quelques-unes de ces maladies ; bien plus, on formulait déjà l'idée qu'une température élevée du sol pouvait déterminer l'éclosion des *germes* de ces maladies que l'on regardait comme soumises à la génération alternante. Delbrück, à Halle (1867), et L. Pfeiffer, à Weimar (1871) tentaient de rapporter aux allures de la température du sol le développement des épidémies de choléra.

Dans son premier mémoire, à défaut d'observations locales suffisamment multipliées, Pfeiffer envisageait l'influence de la température du sol sur le développement du choléra selon les grandes zones du globe. Il émettait, sans pouvoir le prouver, l'idée que dans la zone polaire le choléra trouve la raison de son activité dans l'échauffement du sol par les habitations des cités populeuses, artificiellement chauffées elles-mêmes pour lutter contre le climat; sous ces froides latitudes, il s'agirait vraisemblablement toujours d'*épidémies* de maison, comme on en voit chez nous en hiver. Sous les tropiques, où la température du sol ne varie guère, on ne saurait recourir à l'hypothèse d'un lien entre les accès de chaleur du sol et le développement du choléra: en fait, il apparaît et règne dans les Indes et d'autres pays intertropicaux, à n'importe quelle époque de l'année. Mais pour ce qui concerne les latitudes tempérées, l'auteur croit pouvoir établir, avec un certain degré de vraisemblance, sur ses propres observations et celles qui lui ont été communiquées, cette loi : que l'acmé de l'épidémie cholérique coïncide avec le moment de la plus haute température du sol à une faible profondeur, ou survient peu après ; que le choléra décroît avec une chute rapide de la température du sol et qu'il disparaît quand celle-ci est au-dessous de 5 à 7° C. — Delbrück, à Halle, avait remarqué que la cessation du fléau coïncidait avec une chute de la température du sol de 2°,5. — Pfeiffer se garde bien, d'ailleurs, de négliger la part que peuvent avoir les oscillations de la température atmosphérique, les différences de nature, de conductibilité, de revêtement, d'humidité du sol, sa richesse en produits de décomposition, toutes circonstances au milieu desquelles la température du sol pourrait n'être qu'un facteur.

L'année suivante, Pfeiffer proclamait la vérification de sa loi pour le royaume de Prusse, de 1848 à 1859, pour Bruxelles et l'Angleterre.

La découverte du *kommabacillus* par R. Koch n'a point paru au médecin de Weimar une raison pour abandonner sa théorie; il l'a seulement modifiée et adaptée aux faits nouvellement acquis. Dans un travail datant de 1884, Pfeiffer relève ce détail de la biologie du bacille cholérique, que sa végétation propre s'arrête aux températures inférieures à 16 degrés, et l'accepte. Mais, à Leipzig, la température du sol jusqu'à 40 centimètres de profondeur est supérieure à 16° pendant les trois mois de juin, juillet, août. Les décès cholériques, en 1866, y ont eu lieu, effectivement, en août, septembre, octobre, c'est-à-dire pendant et aussitôt après l'époque des maxima de température dans les premières couches. D'où il suit que le parallélisme des oscillations (inverses) de la nappe souterraine, de la chaleur du sol et du choléra, persiste même avec la nouvelle étiologie. Seulement, il faudra dire : « Les épidémies cholériques dans nos pays atteignent leur acmé au moment où la température du sol, dans les couches supérieures, arrive à 16° ou un peu après ce moment ; le choléra diminue quand la température de ces couches s'abaisse au-dessous de ce chiffre; il n'y en a plus quand la température tombe au-dessous de 5 à 7° à 50 centimètres dans le sol. »

Mesure de la température du sol. — On peut connaître la température du sol à une faible profondeur au moyen des thermomètres ordinaires, pourvu que la tige en soit un peu longue et sorte de terre. Habituellement, en pareil cas, il y a lieu de faire une correction. Les thermomètres à *maxima* et à *minima*, les thermo-éléments, sont également utilisables. Mais lorsqu'on désire faire simultanément l'observation à des profondeurs diverses, on emploie des thermomètres, rendus peu sensibles par l'enveloppement de leur réservoir dans la cire à cacheter, la paraffine, le caout-

chouc, et qui, renfermés dans des tubes de bois, de verre, de métal, sont placés en terre de façon à pouvoir être retirés facilement. Ils peuvent rester dehors pendant deux ou trois minutes, — le temps de faire la lecture, — sans varier dans leurs indications. Flügge indique plusieurs appareils imaginés dans ce but et spécialement l'appareil Lamont, que Pfeiffer avait déjà décrit dans les termes suivants :

« Quatre tubes de bois, rectangulaires, verticaux, respectivement longs de 1, 2, 3, 4 pieds, sont assemblés à côté l'un de l'autre à la façon de tuyaux d'orgues et enterrés dans le sol. Dans chacun de ces tubes se trouve une tige de bois d'une longueur égale à celle du tube, qui remplit le calibre de celui-ci aussi exactement que possible, tout en restant mobile dans le sens de la perpendiculaire. A l'extrémité supérieure de cette baguette, un petit anneau de fer servant de poignée permet de la retirer du tube. Le thermomètre destiné à mesurer la température du sol est encastré à l'extrémité inférieure de la tige de bois et assujetti à l'aide de lames de laiton. Le fond de chaque tube est également fermé avec du laiton et, en avant de la boule du thermomètre, la paroi du tube porte une ouverture obturée par une plaque du même métal, de telle sorte que l'accès de la chaleur soit rendu aussi facile que possible. La partie des tubes enterrés qui émerge au-dessus du sol est recouverte d'une caisse fermant bien. Les thermomètres sont gradués par dixièmes de degré, de — 10 à + 20 degrés Réaumur. » A de plus grandes profondeurs, des tubes cylindriques de tôle étamée, placés à 50 centimètres ou 1 mètre de distance les uns des autres, remplacent avantageusement les tubes de bois, sans fausser les résultats.

Bibliographie. — Lewis (E. R.) and Cunningham (D. D.) : *Cholera in relation to certain physical phænomena.* Calcutta, 1878. — Wollny : *Einfluss der Farbe des Bodens auf die Erwärmung* (Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik, I, 1878. — Lang : *Ueber Wärmeabsorption und Emission* (Forschungen auf d. Geb. d. Agriculturphysik, I, 1878). — Flügge (C.) : *Beiträge zur Hygiene.* Leipzig, 1879. — Renk (Fried.) : *Ueber die Permeabilität des Bodens für Luft* (Zeitschrift für Biologie, XV, 1879). — Ammon (G.) : *Untersuchungen über das Condensationsvermögen der Bodenconstituenten für Gase* (Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik, II, 1879. — Fleck (H.) : *Ueber ein neues Verfahren, zu Durchlässigkeitsbestimmungen von Bodenarten* (Zeitschrift für Biologie, XVI, p. 42, 1880). — Ammon (G.) : *Untersuchungen über die Permeabilität des Bodens für Luft* (Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik, III, 209, 1880). — Rabitsch (F.) : *Einfluss der Grundluft auf das Entstehen von acuten Magendarmkatarrhen* (Deutsche Viarteljahrsschrift für œffentliche Gesundheitspflege, XIII, p. 321, 1881). — Flügge (C.) : *Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden*, Leipzig, 1881. — Rabourdin : *Imprégnation du sol par le gaz carbonique provenant de la décomposition des marcs de raisin* (Rapport sur les travaux du conseil d'hygiène du département du Loiret de 1876 à 1880. Orléans, 1881). — Renk (F.) : *Ueber das Eindringen der Bodenluft in die Haüser* (Tageblatt der 5te Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Salzburg, 1881). — Orth. : *Boden* (Handbuch des œffentlichen Gesundheitswesens, von Hermann Eulenberg, I, p. 427, 1881). — Fodor (Josef.) : *Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser.* Aus dem Ungarischen übersetzt. Braunschweig, 1882. — Port (J.) : *Bericht über das erste Decennium der epidemiologischen Beobachtungen in der Garnison Münchens* (Archiv für Hygiene, I, p. 63, 1883). — Hofmann (Franz) : *Grundwasser und Bodenfeuchtigkheit* (Archiv für Hygiene, I, p. 273, 1883). — Welitschkowsky (D.v.) : *Beitrag zur Kenntniss der Permeabilität der Bodens für Luft. — Experimentelle Untersuchungen über die Permeabilität des Bodens für Wasser* (Archiv f. Hygiene, II, p. 483 et 499, 1884). — Eser (G.) : *Untersuchungen über den Einfluss der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens auf dessen Verdunstungsvermögen* (Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik, VII, 1884). — Pfeiffer (L.) : *Cholerabacillus, Grundwasser und Bodenwärme* (Centralblatt für allgemeine Gesundheitspflege, III, p. 371, 1884). — Wollny : *Untersuchungen über die Wassercapacität der Bodenarten* (Forsch. auf dem Gebiete der

Agriculturphysik, VIII, 1885). — SOYKA (J.) : *Beobachtungen über die Porositätsverhältnisse des Bodens* (Forsch. auf d. Gebiete d. Agric.-physik, VIII, 1885). — DU MÊME : *Experimentellen zur Theorie der Grundwasserschwankungen* (Prag. medic. Wochenschrift, n° 28, 1885). — MAHÉ : Art. *Sol* (Dictionn. encyclopéd. des scienc. médic. Paris, 1886). — PETTENKOFER (Max. v.) : *Zum gegenwärtigen Stand der Cholerafrage* (Archiv f. Hygiene, IV à VII, 1886-1887). — SOYKA (I.) : *Der Boden* (Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten, von Pettenkofer und Ziemssen. Iter Theil, 2te Abtheilung, 3 Heft, 1887). — DU MÊME : *Zur Aetiologie des Abdominaltyphus* (Archiv f. Hygiene, VI, p. 257, 1887). — DEPÉRET : *Résumé géologique sur l'arrondissement de Lyon* (Compte rendu des travaux du conseil d'hygiène du département du Rhône, par LACASSAGNE, p. 41. Lyon, 1887). — BROUARDEL (P.) : *Enquête sur une épidémie de fièvre typhoïde qui a régné à Pierrefonds en août-septembre* 1886 (Ann. d'hygiène, 1887). — TRÉLAT (Émile) : *Discussion sur l'épidémie de Pierrefonds, à la Société de médecine publique* (Rev. d'hyg., IX, p. 153, 1887).

Consultez. — SCHÜBLER : *Annales de l'agriculture française,* 1854. — DELESSE : *Carte géologique souterraine de Paris* (l'Institut, 1857). — ID. : *Carte hydrographique souterraine de Paris* (Compt. rend. Acad. scienc. LXII et LXIV). — ID. : *Recherches sur l'eau dans l'intérieur de la terre* (Soc. géologiq. de France, 1861-1862). — PETTENKOFER (Max v.) : Zeitschrift für Biologie, I, V, XI. — DEHÉRAIN : *Cours de chimie agricole.* Paris, 1873. — PFEIFFER (L.) : *Untersuchungen über den Einfluss der Bodenwärme auf die Verbreitung und den Verlauf der Cholera* (Zeitschr. f. Biologie, VII, 1871). — LEWIS (T. R.) and CUNINGHAM (D. D.) : *The soil in its relation to disease* (XI. Report of the sanitary commission with the government of India, 1874). — NICHOLS (R.) : *On the composition of the ground atmosphere.* Boston, 1875. — VALLIN (E.) : *La fièvre typhoïde et la nappe d'eau souterraine de Paris* (Gazette hebdomad. de méd. et de chir., 1876). — COLIN (Léon) : *Traité des maladies épidémiques.* Paris, 1879. — BORDIER (A.) : *La géographie médicale.* Paris, 1884.

6° Les microorganismes du sol.

Présence des microorganismes dans le sol. — Il y a des microorganismes dans le sol, en grand nombre; ils y vivent à la faveur de la richesse du sol en matière organique, c'est-à-dire nourricière, et leur rôle est précisément la transformation de cette matière, qui provient des déchets de la vie. Par suite, ils sont bien plus nombreux dans la couche superficielle que dans la profondeur; c'est, d'ailleurs, dans la première aussi qu'ils trouvent les conditions d'aération, de température et d'humidité qui leur sont nécessaires. A ce point de vue, la couche superficielle n'a pas plus de 1 à 2 mètres d'épaisseur. Au delà de 4 à 5 mètres, les germes de bactériens sont très rares ou manquent tout à fait. Leur absence dans la couche de la nappe souterraine est donc la règle. Ils sont d'autant plus abondants que le sol est plus souillé (nourricier). Les bacilles, plus nombreux que les micrococques, à moins de la présence de matière putride en grande quantité. En général, les germes sont plutôt à l'état de spores qu'à l'état de développement parfait. C'est principalement le cas pour les microorganismes pathogènes, qui *se conservent* dans le sol plutôt qu'ils ne s'y multiplient.

Les premières constatations que nous connaissions sur le nombre des microorganismes du sol sont dûes à P. Miquel, de l'observatoire de Montsouris (1879). Les échantillons de terre furent pris à une faible profondeur, 10 à 20 centimètres, et dans des espaces cultivés, sauf le cas des gazons du parc de Montsouris. Les résultats furent :

Chiffres moyens de schizomycètes par gramme de terre.

Terre (gazonnée) du parc de Montsouris	700,000
Terre irriguée à l'eau d'égout depuis dix ans	870,000
Terre semblable, non irriguée	900,000

Les *bacilles* étaient les plus répandus ; les *microcoques*, toutefois, l'emportaient à la surface de l'humus.

Un peu plus tard (1881), Rob. Koch fit connaître, sans donner aucun chiffre, un procédé assez simple à l'aide duquel il avait exécuté quelques recherches sur les microorganismes du sol, à Berlin ; sa formule générale, comme conclusion, fut que *les couches superficielles du sol sont extraordinairement riches en germes de bactéries* et que cette richesse diminue rapidement avec la profondeur, tellement qu'il n'y a à peu près plus de germes, dans un sol non remué, à un mètre au-dessous de la surface. De la terre prise à 2 mètres de profondeur, à une distance du lit de l'infecte Panke qui n'atteignait pas 2 mètres, se montra extrêmement pauvre en microorganismes. D'ailleurs, les germes de bacilles dominaient, au point de vue du nombre ; les microcoques n'arrivaient à être aussi nombreux que dans le sol très souillé ou imprégné d'engrais. Comme, en fait, on trouve dans le sol beaucoup plus de spores que de bacilles, R. Koch pense que ces spores ne se sont point formées sur place, mais ont été apportées de plus loin dans les matières de déchet, les engrais, les produits de décomposition.

Les travaux sur ce sujet commencent à se multiplier depuis 1886. Dans une dissertation inaugurale, à Leipzig, L. Adametz s'est proposé de déterminer les espèces auxquelles appartiennent les champignons inférieurs que l'on rencontre dans la croûte terrestre. Nous lui empruntons les renseignements ci-après, qui expriment la richesse en germes de la terre du jardin d'expériences de l'*Institut agricole* de Leipzig. Les chiffres se rapportent à 1 gramme de terre.

Nature du sol.	Germes à la surface.	Germes à 20-25 cent. prof.
Sable..........................	380,000	460,000
Argile (*lehm*).......	500,000	464,000

Le docteur Beumer a examiné des échantillons de terre empruntés aux environs de l'hospice de Greifswald (Berlin), en des points divers et à différentes profondeurs. Il a compté les microorganismes *par millions*, même à 5 et 6 mètres de profondeur, sauf dans une dune de sable tout à fait nue, où il n'a plus trouvé que de rares germes au delà d'un mètre de profondeur. Nous pouvons négliger ses chiffres absolus, parce que ses recherches sont entachées d'un vice d'exécution ; mais nous en retiendrons que ces chiffres, même quand il s'agit de millions, vont en décroissant à mesure que la profondeur augmente.

A Turin, Maggiora constate, à la surface du sol, 1,600 germes par gramme sur une colline sableuse, sans végétation ; — 11 millions dans un champ cultivé ; — 78 millions dans la boue des rues de Turin. La progression descendante selon la profondeur se représente dans les résultats de ce savant et dans les limites suivantes : 69 millions à la surface, 51 millions à 1 mètre ; 42 millions à 2 mètres : 20 millions à 3 mètres ; 17 millions à 4 mètres.

On voit que la souillure du sol a une influence décisive. Duclaux, à Paris, au voisinage d'un égout qui reçoit depuis un siècle les déjections d'une caserne a obtenu 64,000 germes par gramme de terre, contre la paroi, à 1 mètre de profondeur, et 1,000 à 2 mètres, au niveau du radier.

Les résultats numériques ci-dessus, selon Carl Fränkel (de l'*Institut d'hygiène* de Berlin), sont tous suspects au point de vue absolu, parce que les explorateurs ont procédé d'une façon défectueuse et, surtout, n'ont pas eu le soin d'examiner leurs échantillons de terre aussitôt après les avoir recueillis. En effet, si l'on tarde à faire cet examen, les quelques germes qui peuvent se trouver dans le sol

de la profondeur se cultivent d'eux-mêmes, une fois à l'air et à la température du laboratoire, et se multiplient d'une façon rapide et étonnante, qui fausse entièrement les résultats. L'auteur a imaginé un appareil d'extraction des échantillons de terre, qui empêche tout ensemencement étranger, et un procédé de culture qui consiste à mêler un volume déterminé de la terre en examen à la gélatine nourricière à l'état liquide, introduite dans l'éprouvette, en l'étendant ensuite sur les parois intérieures du verre, selon la méthode d'Esmarch.

Il a été impossible, même en reproduisant artificiellement, pour des cultures spéciales, les conditions de *température*, d'*atmosphère*, d'*humidité*, qui existent au sein du sol, ou en créant des conditions contraires, de reconnaître auquel de ces facteurs on doit attribuer la multiplication particulièrement rapide des microorganismes dans les échantillons pris à la profondeur. Mais on comprend, peut-être, que ceux de la surface ne se multiplient pas de même. Ceux-ci ont déjà opéré cette multiplication autant que le permettait la richesse nourricière des couches superficielles, accessibles d'ailleurs à la chaleur et à l'oxygène. Quelles que soient les conditions nouvelles qui leur sont faites, ils ne dépasseront pas ce maximum de prolifération.

La « profondeur » doit s'entendre ici des couches situées à 2 ou 3 mètres. Le résultat capital des recherches de C. Fränkel est, en effet, que *les ensemencements avec de la terre prise à 4 et 5 mètres, même alors que cette profondeur appartient à la zone de la nappe souterraine, ne donnent plus ou que très peu de colonies.* Il reste certain que les couches superficielles sont très riches en germes, quoique les chiffres obtenus n'atteignent pas aux millions de Beumer et de Maggiora. Dans le terrain choisi pour les expériences, un sable d'alluvion mêlé d'humus jusqu'à 75 centimètres de profondeur, au Pfingstberg (Potsdam), la moyenne a été aux environs de 100,000 germes par centimètre cube. Ce qui est remarquable, c'est que la diminution selon la profondeur n'est point progressive, mais se produit tout à coup, vers $1^m,25$ environ, de telle sorte qu'on trouve, à ce niveau, 100 fois moins de germes qu'à 25 centimètres au-dessus.

On trouva plus de germes en été (*maxima* en juillet-août) qu'en hiver. Le revêtement par la végétation ou la nudité du sol parurent indifférentes. Les espèces microbiennes liquéfiant la gélatine se montrèrent très abondantes dans les couches supérieures du sol. Dans cette zone, les *bactéries* prédominent avec quelques moisissures ou ferments et certains bacilles, tels que le *bacille du foin.* Les micrococques sont plus rares que les bacilles. Dans la détermination des espèces, *on ne put jamais démontrer qu'il se présentât une espèce pathogène.*

Les microorganismes reconnus furent régulièrement des *aérobies;* malgré des dispositions prises pour permettre aux *anaérobies* de se cultiver, l'auteur n'obtint que très rarement de ces derniers.

Le sol du Pfingstberg étant relativement vierge, les mêmes recherches furent reprises sur divers points du sol de Berlin et donnèrent sensiblement les mêmes résultats ; les couches superficielles se montrèrent encore très riches en microorganismes, et *cette richesse*, sauf un peu moins de netteté que dans le cas précédent, *alla en diminuant avec la profondeur, y compris la région de la nappe souterraine, jusqu'à disparition complète.* Les anaérobies furent, encore ici, très rares, et les espèces pathogènes manquèrent.

Nous verrons plus loin pourquoi les bactéries ont tant de chances de vitalité à la surface et pourquoi elles ne sont pas entraînées mécaniquement dans la profondeur. Bornons-nous à noter ici que C. Fränkel, voulant reconnaître si les bacilles pathogènes, au moins, ne rencontrent pas dans la profondeur du sol des

conditions de température et d'atmosphère qui leur soient défavorables, plaça dans des conditions pareilles, obtenues artificiellement, des bacilles du *charbon*, du *choléra*, de la *fièvre typhoïde*, et constata que les premiers perdent l'aptitude au développement à 3 mètres de profondeur; que les seconds, à la même profondeur, ne la gardent que pendant les mois d'août, septembre, octobre; qu'enfin, les bacilles typhiques, plus résistants, ne sont réfractaires à la culture que pendant les mois d'avril à juin. (Il n'y eut pas d'expériences de Décembre à Avril.)

Ces divers faits, si considérables, ont besoin, assurément, d'être encore vérifiés et contrôlés. S'ils sont exacts, il est clair que les théories étiologiques, qui reposent sur l'hypothèse du facile passage des germes dans la nappe souterraine *à travers les couches du sol*, sont à modifier de fond en comble. Le sol conserverait sa haute importance en étiologie, mais par l'état de la couche superficielle, celle qui peut donner de la poussière, ainsi que nous l'avons indiqué au sujet de la fièvre typhoïde (*Congrès de Genève*, 1882).

Il en résulterait aussi que la perméabilité de la couche superficielle, sa richesse en matière organique, expliqueraient la fréquence de certains germes morbides, dans les contrées où la terre arable est d'une grande épaisseur, et leur absence dans les terrains granitiques ou crayeux impropres à la culture. Ce serait une des raisons pour lesquelles la Beauce entretient le charbon, tandis que les *savarts* de la Champagne ne le connaissent pas.

Enfin, il y aurait lieu, peut-être, de revoir la théorie de la *nitrification* par les organismes, dont il va être question. En effet, l'eau, qui n'entraîne pas les microbes dans les couches profondes du sol, y amène néanmoins les matières azotées solubles; celles-ci se nitrifient comme les autres. S'il n'y a pas de microorganismes dans la profondeur, c'est donc que la nitrification peut s'accomplir sans eux (C. Fränkel). Nous allons retrouver cette question.

Propriétés des microorganismes du sol. — Dans le sol, comme en d'autres milieux, les microorganismes sont *saprophytes* (selon le terme moderne qui a remplacé *zymogène*) ou *pathogènes*.

1. *Microorganismes saprophytes.* — Les auteurs qui ont examiné le plus soigneusement le sol au point de vue de sa richesse en organismes n'ont désigné ceux-ci par leur nom qu'avec réserve, et ont, vraisemblablement, bien fait. Jusqu'à présent, ce qui semble le plus prudent, c'est de se borner à distinguer les bactéries non pathogènes du sol en *Bactéries oxydantes* et *Bactéries réductrices*.

Nous renvoyons à quelques pages la question de la *transformation des matières organiques* du sol comme fonction de certains microorganismes. Pour le moment, il s'agirait d'indiquer les espèces qui oxydent et celles qui réduisent. Malheureusement ce qui a été dit à cet égard, il y a peu de temps encore, est incertain ou déjà contesté.

Schlœsing et Müntz pensaient avoir aperçu leur *ferment nitrique* dans des corpuscules punctiformes assez semblables aux « corpuscules bril-

lants » que Pasteur, à cette époque, annonçait comme étant les *spores* des bactéries. Fodor prétendit, plus tard, que l'organisme oxydant ou nitrificateur devait être *Bacterium lineola*, qui est extrêmement répandu. D'autres ont signalé *Bacterium termo* comme l'agent spécial de la putréfaction, c'est-à-dire de la décomposition des matières organiques en grande masse (comme les cadavres). Mais il paraît aujourd'hui que ces désignations s'appliquent à des collectivités plutôt qu'à des espèces distinctes (Eidam) et que les bacilles compris sous ces titres n'ont rien à voir avec la putréfaction. Heræus (de Hanau) a prouvé, finalement, que *micrococcus prodigiosus*, les bactéries de Miller et celles de Finkler, les spirilles du fromage, *staphylus citreus*, le bacille du charbon et celui de la fièvre typhoïde peuvent être nitrificateurs de l'urine. Il n'y a donc pas *un* ferment nitrique, mais des organismes aérobies nombreux et divers qui, vivant d'oxygène libre, sont aptes à l'introduire dans la matière azotée.

Il en est probablement de même du saprophyte réducteur, dénoncé par Gayon et Dupetit, Dehérain et Maquenne. On pensait alors pouvoir l'identifier avec le *ferment butyrique* de Pasteur, *Bacillus amylobacter* de Van Tieghem, *Clostridium butyricum*, *Bacillus butyricus* de Prazmowski. Mais déjà cette espèce est décomposée (Liborius, Hueppe) et, d'ailleurs, Heraeus et Fritz Cahen démontrent qu'un grand nombre de bactéries possèdent le pouvoir réducteur. Peut-être même que, selon les circonstances, la même espèce est oxydante ou réductrice (Aérobie ou Anaérobie).

2. **Microorganismes pathogènes.** — Nous avons, autrefois (*Annales d'Hygiène*, novemb. 1885, p. 410), émis l'idée que les microorganismes pathogènes, aujourd'hui généralement incapables de vivre autrement qu'en parasites chez l'homme ou les animaux, n'ont pas primitivement cette propriété — ou cette infériorité. — Ils appartiennent aux milieux extérieurs et trouvent là le champ normal, sinon de leur pleine végétation, au moins de leur conservation sous les formes durables.

Le sol est essentiellement ce milieu de conservation des organismes pathogènes ; quelques-uns, d'ailleurs, s'y trouvent encore chez eux et s'y multiplient sans difficulté et sans être obligés de passer par l'économie des animaux supérieurs.

Toutefois, il ne convient pas de résoudre cette question par des *à priori*. La fameuse *maturation des germes* dans le sol, imaginée par l'École de Munich, a été une hypothèse imprudente. Le sol, surtout à quelque profondeur, n'a pas toujours la température de 16°, au-dessous de laquelle les microbes pathogènes ne se développent plus. Les bactéries pathogènes, fait remarquer Flügge, ont besoin d'une nourriture plus délicate que les espèces saprophytes et celles-ci accaparent les substances nutritives du sol avec une énergie dont les autres sont victimes (Miquel). « Koch a essayé de cultiver les bacilles du charbon dans le terreau, dans la terre riche en humus provenant des rives d'un fleuve, dans la vase, dans la boue mélangée d'eau ; il n'a observé aucun développement. Praussnitz, à l'Institut de Flügge, a fait des recherches dans le même sens ; mais, jusqu'à

présent, avec aucune espèce de terre, ni avec aucun fumier, il n'a obtenu de multiplication des bactéries pathogènes » (Flügge). Schrakamp, comme nous l'avons rapporté ailleurs, a pu constater un développement des bacilles du charbon dans une terre préalablement stérilisée et arrosée d'urine, de sang, de sérum, d'infusion de foin ; sans compter que l'on ensemençait aussi avec 3 à 4 gouttes d'urine renfermant les bacilles charbonneux ou leurs spores. Mais il est clair que cette expérience ne prouve rien pour un sol ordinaire, non stérilisé, et où les saprophytes ont l'avantage, sans parler de l'accumulation de CO^2, antipathique aux bactéries pathogènes. Cette objection, que nous avions faite, Flügge et G. Frank la formulent de leur côté.

Donc, *en règle générale* et sauf une ou deux exceptions qui vont être exprimées, *les microorganismes pathogènes ne se multiplient pas dans le sol*, Le degré de souillure banale de celui-ci n'a pas d'importance à cet égard. Quant à la souillure spécifique, elle peut donner lieu à une illusion contre laquelle il est bon de se mettre en garde. Le bacille du charbon, arrivant avec du sang sur le sol, peut encore vivre et se multiplier quelque temps *dans ce sang* et faire croire à sa multiplication dans le sol. Les bacilles du choléra et de la fièvre typhoïde, dispersés à la surface du sol avec des selles de cholériques ou de typhoïsants, peuvent se multiplier encore quelque temps, dans la couche superficielle du sol, aux dépens des matières nutritives des déjections, comme ils le feraient, par exemple, sur du linge, qui n'a aucune aptitude par lui-même à les nourrir. Tryde a peut-être, lors de l'épidémie typhoïde de la caserne de la Marine, à Copenhague, rencontré une circonstance de ce genre.

La *conservation* des microorganismes pathogènes dans le sol, soit sous forme de spores, soit sous forme de bactéries asporées, est, au contraire, possible et même probable ; mais il n'y a pas, à cet égard, de démonstration péremptoire.

Le professeur Soyka, en arrosant un sable quartzeux fin (à grains de $0^{mm},2$ de diamètre et 38,8 p. 100 de volume de pores) avec un bouillon renfermant des bacilles charbonneux exclusivement sous la forme végétative, a pu acquérir la certitude que « la formation des spores dans le bacille charbonneux a lieu sous l'influence du sol beaucoup plus rapidement que sans sa participation », à la condition d'un certain degré d humidité du sol (qui admet des oscillations, d'ailleurs, assez étendues) et d'une température supérieure à 17°. Il n'y a rien de bien précis à en conclure pour la conservation des spores du bacille charbonneux dans le sol.

Peut-être y a-t-il des spores de bacilles pathogènes qui, à la faveur des pluies, de la chaleur, d'un apport convenable de substance nourricière, trouvent à la surface du sol un moment favorable pour germer et produire de nouveaux bacilles (Flügge). Ce n'est pas là un moyen de conserver le microorganisme, mais plutôt une façon de le mener à sa destruction par les saprophytes, qui le ruineront dans sa forme végétative. A quelque profondeur, au contraire, les conditions nutritives défavorables

et la température trop basse s'opposent à la germination des spores. Aussi observe-t-on dans le sol des quantités considérables de ces formes durables. En outre, dans ce milieu, les bactéries asporées sont fixées sur les parois des pores par les liquides qui s'y étalent en couche excessivement mince; de sorte qu'elles ont assez d'humidité pour ne pas se dessécher, et pas assez de substance nourricière pour se multiplier.

Le professeur Feltz (de Nancy) a pensé obtenir, par le séjour des bacilles charbonneux dans le sol, une atténuation de ce virus, qui ne paraît à Soyka autre chose qu'une raréfaction des germes du parasite. Une boîte en bois de 54 centimètres de long sur 18 de haut et 17 de large est remplie de terre à laquelle on a mêlé du sang charbonneux frais et une culture de bacilles du sang de rate. De cette caisse, exposée aux vicissitudes atmosphériques, à la fenêtre du laboratoire, on extrait de temps en temps de petites portions qui sont inoculées à des lapins. Les animaux inoculés dans les dix premiers mois moururent tous; de 13 à 23 mois, il n'en succomba qu'un nombre de plus en plus faible; après 25 mois et jusqu'à 31, tous résistèrent. Cette expérience peut, en effet, prouver la disparition progressive des germes charbonneux dans le sol, tout aussi bien sinon mieux que l'atténuation du virus.

On a distingué, parmi les organismes pathogènes : 1° ceux qui sont normalement dans le sol et y jouent un rôle naturel, mais qui, introduits dans l'économie animale, y déterminent des accidents ou une maladie spécifique; 2° Ceux qui semblent plutôt avoir pour milieu naturel l'organisme animal, mais qui peuvent se rencontrer dans le sol à de certaines époques et en certains lieux. — Comme nous ne croyons pas qu'il y ait des microorganismes qui soient *primitivement* des parasites essentiels, cette distinction ne nous paraît ni très rationnelle ni très instructive. Les organismes actuellement pathogènes ont pu être primitivement et sont peut-être encore saprophytes dans le sol. Réciproquement, les saprophytes actuels peuvent avoir des propriétés pathogènes, s'ils pénètrent dans l'économie des animaux. A tout le moins, ils fabriquent des ptomaïnes, capables de provoquer de redoutables intoxications, comme l'ont prouvé les expériences de W. Sirotinin, Beumer et Peiper, à propos de la transmission de la fièvre typhoïde aux espèces animales. Ce qui explique aussi que l'injection de terreau, de vase, ou de l'eau qui les a lavés, soit éminemment toxique.

Les microorganismes pathogènes constatés dans le sol sont :

Le *vibrion septique* de Pasteur, *Bacille de l'œdème malin* de Koch, qui serait très abondant dans la couche superficielle de la terre de jardin et même dans la poussière de foin, selon Koch, Flügge, Gaffky; tandis que Carl Fränkel ne l'a jamais rencontré. Pasteur l'a trouvé avec les spores du bacille charbonneux, dans la terre d'un champ où avait été enfoui un mouton mort du sang de rate.

Le bacille du tétanos (*Bacillus tetani*), découvert à l'*Institut d'hygiène* de Gœttingen, par Nicolaier, anaréobie; probablement encore à contrôler. Il aurait été vu par Socin, à Bâle. On le trouverait dans la terre des jardins, la boue des rues, des cours, les champs cultivés et ceux des irrigations à l'eau d'égout; jamais dans le sol des forêts. Chez les animaux inoculés,

on ne le retrouve pas dans le sang, mais dans le pus formé au point d'inoculation (Flügge) et dans les parties qui entourent ce point (Carle et Rattone).

Ces deux microorganismes existent dans le sol surtout à l'état de spores, apportés probablement avec les déchets domestiques, les fumiers, etc.

Nicolaïer a encore rencontré, dans la terre de champs fumés, *Bacillus agrigenus septicus*, voisin du bacille de la septicémie du lapin et de celui du choléra des poules. Son inoculation est rapidement mortelle chez les lapins et les souris. Les bacilles ont une tendance à s'attacher aux globules sanguins.

L'existence des spores de *Bacillus anthracis* dans le sol a été mise hors de doute par Pasteur, lorsqu'il a montré que l'on communique le charbon à des cobayes par l'inoculation de l'eau de lavage de la terre de fosses où des animaux charbonneux avaient été déposés trois ans et même douze ans auparavant. C'est là, surtout, le sens de ses expériences depuis 1878, avec Chamberland et Roux.

Après avoir cultivé dans 500 grammes de terre privée de germes de bacilles, 20 gouttes de sang charbonneux étendu d'eau, on en a repris 2 grammes que l'on a mêlés à 300 grammes de nouvelle terre ; puis, de celle-ci, on a prélevé 5 grammes qu'on a mêlés à 100 grammes de nouvelle terre également vierge de bactéridies. De cette dernière, enfin, on a prélevé 5 grammes d'où il a été facile d'extraire des germes de bactéridies et dont la virulence a été démontrée par des inoculations à des cochons d'Inde. De même, dans la terre où avait été enfoui, dix mois auparavant, un mouton charbonneux, à Saint-Germain, auprès de Chartres, Pasteur recueille des corpuscules-germes de bactéridies, inoculables. « Donc, si le département d'Eure-et-Loir contient des germes de bactéridies en grande quantité, c'est que, le charbon y ayant depuis longtemps établi domicile, la maladie s'y entretient d'elle-même en quelque sorte, les animaux morts, les malades, semant un peu partout des germes de contagion qui durent longtemps. »

On sait que Pasteur attribue aux vers de terre, dans les conditions habituelles, le pouvoir de rapporter du fond à la surface les spores charbonneuses incluses dans les spires de terre finement pulvérisée qui sortent du tube digestif de ces lombrics ; tandis que les Allemands contestent ce mécanisme, dont Feltz et Bollinger ont montré au moins la possibilité. Mais le mode de transmission, quoique assurément plein d'intérêt, peut rester indécis devant ce fait considérable de la conservation des spores du charbon dans le sol.

Le Bacille typhique (*Bacillus typhi abdominalis*) n'a été dénoncé dans le sol que par Tryde, ainsi qu'il a été dit plus haut. Chantemesse et Widal, d'une part assurent que « ses spores semblent résister à la dessiccation » ; d'autre part, ont reconnu que de la terre placée au fond d'un flacon rempli d'une eau que l'on ensemence de bacilles typhiques, fournit encore de ces bacilles au bout de deux mois, alors que l'eau elle-même n'en contient plus. A l'occasion de l'épidémie de Pierrefonds, Brouardel a affirmé que les germes de la fièvre typhoïde résistent longtemps dans la terre ; dans le

cas particulier, les microorganismes de la fièvre auraient pu accomplir un trajet de 20 mètres et même de 40 mètres à travers le sable. Cela n'est pas impossible, quoique la constatation directe n'en ait pas été faite ; mais c'est contraire à tout ce que l'on sait du cheminement des matières organiques et des microbes dans les couches du sol. Ce que l'on peut dire, c'est que les spores du bacille typhique sont, en effet, assez résistantes et que, se trouvant dans les matières intestinales, elles peuvent bien être souvent dispersées sur les terrains de culture, jardins, campagnes, champs d'irrigation, à la surface plus que dans la profondeur. Les bactériologues ne tarderont pas, sans doute, à nous dire si elles existent dans la terre de Gennevilliers et d'Osdorf.

Naguère, Klebs et Tommasi-Crudeli semblaient avoir confirmé, par la découverte de leur *Bacillus malariae*, l'idée ancienne que le principe des fièvres malariales vit dans le sol. Malheureusement, le prétendu bacille était une illusion (Cuboni, Marchiafava, Ziehl). Aujourd'hui les chances paraissent être du côté des organismes de Laveran, qui ne sont probablement pas des schizomycètes.

Enfin, Soyka rattache aux microorganismes du sol le pneumocoque de Friedländer (*Bacillus pneumoniæ*), parce que Emmerich l'a démontré dans le sol artificiel ou terreau qui se dépose dans les entrevous des pièces habitées.

Le paragraphe qui va suivre fera comprendre que ce n'est point par des inductions qu'on peut résoudre la question de la présence des microorganismes dans le sol.

Rapports des microorganismes du sol avec l'extérieur. — Le sol peut se prêter à recevoir des microorganismes du dehors ou, au contraire, en rendre à l'atmosphère.

A. *Pénétration des microorganismes dans le sol.* — Étant donné que les microorganismes tombent de toute part à la surface du sol, comment peuvent-ils pénétrer dans son épaisseur et à quelque distance de la surface ?

Ce ne peut être à la faveur de la *véhiculation par l'air*, dans les échanges entre l'air du sol et l'atmosphère extérieure. Le rôle de l'air, à cet égard, a été exploré. Il est à peu près nul, comme nous verrons, d'ailleurs, qu'il est nul vis-à-vis de l'issue des microorganismes. L'air qui pénètre dans le sol se filtre très exactement. Il suffit de quelques millimètres d'épaisseur de sol pour arrêter tous les microbes de l'air (Pumpelly).

Hofmann, étudiant cette question au point de vue de l'intégrité de la nappe souterraine, entrevoit, pour la dispersion des germes morbides et leur pénétration jusqu'à l'eau de boisson, l'une des deux circonstances suivantes :

1. Le développement progressif des champignons pathogènes, dont les colonies pourraient gagner d'un grain du sol à l'autre et, finalement, arriver jusqu'à la nappe souterraine ;

2. Leur transport mécanique par l'eau de pluie ou par les liquides échappés des fosses d'aisance, s'infiltrant dans le sol.

La réalisation du premier mode, même dans des conditions de culture favorables, semble devoir être d'une lenteur incalculable. On a semé un champignon chromogène sur du sable blanc contenu dans un cylindre de verre, stérilisé et imbibé d'un liquide nourricier; les colonies colorées mirent plusieurs semaines à recouvrir quelques centimètres de la paroi du verre. Ce qui était à prévoir, si l'on réfléchit à ce que représentent de surface les grains de sable que les colonies, qui envahissent les lacunes de la masse, doivent recouvrir l'un après l'autre. Deux échantillons du sol de Leipzig (Hofmann) fourniraient ainsi, par mètre cube, des surfaces de 6,360 mètres carrés et de 9,027 mètres carrés, en ne tenant pas compte des grains d'un diamètre inférieur à 1/2 millimètre.

D'ailleurs, si la pénétration des organismes est un phénomène vital, il faut se rappeler que l'oxygène se raréfie à la profondeur et, surtout, que la chaleur y fait défaut. Les organismes de la putréfaction eux-mêmes languissent quand la température moyenne est de 7 à 8 degrés. Pour ce qui est des pathogènes, ils ont contre eux les mêmes conditions défectueuses, l'inaptitude de la matière nourricière et la concurrence vitale des saprophytes, si redoutable aux premiers (Nägeli).

La véhiculation des microorganismes dans la profondeur *au moyen de l'eau* est d'abord réglée par les lois de la porosité et de la perméabilité, par celles de la capillarité et par la capacité des divers sols pour l'eau. On se rappelle que l'eau qui tombe doit d'abord restituer celle qu'a perdue la zone d'évaporation; puis, saturer la capacité de la zone intermédiaire. Il peut pleuvoir pendant six mois sur un point sans que l'eau arrive à saturer ces deux zones et, par suite, sans qu'il parvienne une goutte d'eau à la nappe (Hofmann). L'entraînement profond des microorganismes n'est donc pas chose si simple ni si commune. On a, peut-être, accusé de souiller la nappe souterraine des averses qui n'avaient pas mouillé 30 centimètres de l'épaisseur du sol. Au moins faudrait-il que la nappe fût singulièrement peu distante de la surface; qu'il y eut des crevasses dans le sol, des fissures dans la maçonnerie des fosses contenant les liquides excrémentitiels.

Très généralement, le sol filtre les microorganismes de l'eau. Il y a, sous ce rapport, une distinction à faire entre les spores permanentes et les formes végétatives. Les premières sont les plus aptes à aller au fond. Les autres sont en filaments, en chaînettes, en amas ou zooglées, qui ne facilitent point la circulation. On construit avec des matériaux empruntés au sol (gravier et sable, à Londres, Berlin), des filtres assez efficaces, quoique leurs lacunes soient plus larges qu'il n'est nécessaire pour laisser passer les microorganismes. Les voies à parcourir dans le sol sont très irrégulières et beaucoup de germes y sont retenus par affinité, comme dans les ballons à col recourbé de Pasteur. Il nous a paru qu'il faut se défier, à cause de cela, de l'expérience faite par Charrin sur du sable contenu dans un tube de 1 mètre de haut sur 5 centimètres de diamètre et qui, arrosé d'un bouillon riche en bacilles, en laissa échapper à la filtration. Les parois rectilignes du cylindre ont pu laisser glisser de haut en bas quelques microorganismes

que la terre aurait retenus. Et puis, ce sol était fort artificiel. Frankland, Falk, Pumpelly, ont beaucoup varié les expériences de filtration des liquides bacillaires et ont toujours obtenu la diminution ou même la disparition des organismes dans l'eau qui s'écoulait du sol artificiel, même sous une faible épaisseur.

Dans les grands filtres que l'on construit aujourd'hui pour la filtration dite *centrale*, il est reçu que l'imperméabilité aux bactéries n'existe pas au début du fonctionnement. Mais elle ne tarde pas à se réaliser, par le fait que les matières en suspension dans l'eau et les bactéries elles-mêmes rétrécissent bientôt les pores du filtre.

Pasteur et Joubert, avec infiniment de raison, attribuent à cette puissance filtrante du sol la pureté de l'eau des sources, dans laquelle il y a peu ou point de germes. Or, les sources viennent, d'ordinaire, de la nappe souterraine. Les puits, qui sont des sources provoquées, non jaillissantes, ont de l'eau très pure, quand on les protège bien contre la pénétration, par leur orifice, des impuretés extérieures et des bactéries de l'air. Si cette eau, à un moment donné, se trouve renfermer beaucoup de bactéries, on n'a qu'à épuiser le puits. L'eau devient d'autant plus pure que l'on pompe plus longtemps, c'est-à-dire alors que l'eau souterraine sort davantage du sol voisin pour alimenter le puits (Flügge), ainsi que les expériences de Heraeus, sur les puits de Hanau, l'ont fait ressortir d'une façon irrécusable.

Au besoin, on pourrait encore invoquer la pureté relative, au point de vue des germes, de l'eau qui sort des drains d'Osdorf et de Gennevilliers.

Mais les constatations de Carl Fränkel sur l'absence de germes quelconques, aux profondeurs de 4 à 5 mètres, seront, si elles se vérifient, la démonstration la plus éclatante de la réelle protection que nous offre le sol contre les microorganismes dangereux, à savoir les microbes pathogènes qui, mêlés à des excrétions morbides, peuvent se répandre à la surface ou gagner certains points de l'épaisseur du sol à travers la fêlure d'une fosse d'aisance ou par les parois d'un puits absorbant.

B. *Issue des microorganismes hors du sol.* — Les germes, pathogènes ou non, s'échappent certainement des couches superficielles du sol, où ils sont le plus abondants, *avec la poussière* qui se produit en temps sec et se soulève par le vent ou sous les chocs divers, plus à la ville qu'à la campagne, à cause de la circulation des chevaux et des voitures et de la trépidation que le passage de ces dernières imprime au sol urbain. Il n'y a pas et il ne saurait y avoir de contestation à cet égard.

C'est à cause de la poussière et, d'ailleurs, de la richesse de la couche superficielle en germes que nous avons, à Genève (1882), indiqué comme un des milieux naturels de l'agent typhogène « le sol, dans de certaines conditions de structure, d'humectation et de saturation infectieuse, mais plutôt à la surface que dans la profondeur. » C'est par la poussière aussi, pour une part, que s'explique la nocuité des remuements de terrain dans l'intérieur des villes. La profondeur devient surface; les germes qui y sommeillaient se réveillent rapidement, comme

dans les cultures de C. Fränkel; par l'exposition à l'air, cette surface récente et dangereuse donne de la poussière, dans laquelle peuvent se trouver des semences typhogènes (Avranches, Nancy, Francfort-sur-Main, Auxerre). Dans ces cas, l'arrosage des terres avec un liquide désinfectant paraît donner de bons résultats; ce liquide empêche d'abord la poussière.

Là où des difficultés surgissent, c'est lorsqu'il s'agit de savoir si des germes peuvent s'élever de l'intimité du sol, *véhiculés par les gaz telluriques* qui font échange avec l'atmosphère, à la faveur des inégalités de pression. Dans le cas de l'affirmative, il serait possible que des microorganismes pathogènes, s'il s'en trouve dans le sol, fussent ainsi ramenés dans notre atmosphère, dans l'air de nos habitations surtout, où il se fait parfois une réelle aspiration, et jusqu'à l'entrée de nos voies respiratoires.

On ne doutait pas, naguère encore, que ce mécanisme de la propagation des maladies épidémiques ne fût très commun. L'étiologie par les *émanations* s'appuyait, d'ailleurs, sur l'hypothèse de la présence habituelle, dans le sol, des germes de certaines maladies, en tête desquelles la fièvre typhoïde. Or, cette hypothèse ne prend déjà pas de consistance, comme on vient de le voir. La véhiculation des germes de bas en haut par les gaz du sol ne se vérifie pas davantage.

L'air qui s'échappe du *sol sec*, fendillé, peut assurément ramener des germes à l'extérieur, puisqu'il pourrait en ramener de la poussière. Renk, Miquel, Miflet, ont pu s'assurer que l'air aspiré du sol, dans ces conditions, même avec une vitesse faible, renferme quelques organismes. En revanche, le *sol humide* filtre l'air avec une exactitude parfaite ; on l'a constaté maintes fois (Nägeli, Pumpelly, Miquel, Renk, Emmerich), dans les conditions les plus variées, soit avec des sols artificiels dont on réglait à volonté l'épaisseur, soit sur le sol naturel, à des profondeurs diverses. D'ordinaire, l'aspiration exercée sur l'air du sol, dans ces expériences, lui donnait une vitesse bien supérieure à celle des courants qui peuvent y exister dans les conditions naturelles. La démonstration est donc sans réplique.

Il n'est pas utile de mettre en cause *la vapeur d'eau* qui peut s'élever du sol. Elle est encore moins suspecte que l'air. Les surfaces humides évaporent, mais n'abandonnent point de germes à la vapeur.

Ces constatations gênent beaucoup la théorie étiologique de Pettenkofer, qui ne se comprend guère sans la réascension des germes avec les gaz du sol. Aussi les élèves de cette école ont-ils cherché à tourner la difficulté et à trouver, à la place de l'air, un autre véhicule qui ramènerait, néanmoins, les germes de la profondeur à la surface et dans l'atmosphère libre. Ce véhicule ne pouvait être que l'*eau*. C'est à l'eau, en effet, que l'on attribue ce rôle, par sa pulvérisation (Nägeli, Buchner) ou par son ascension en courants capillaires (Soyka).

Nägeli et Buchner considèrent que, quand le niveau d'une eau riche en bactéries, qui pénètre le sol, s'abaisse par infiltration dans la profondeur, il en reste une mince couche, des lamelles, fixées aux parois des pores du sol qu'elle vient

d'abandonner. Par un degré plus avancé de dessiccation, ces lamelles éclatent et *pulvérisent* leur eau dans l'air environnant, avec les bactéries qu'elle renferme. — Cette idée est subtile et le mécanisme délicat. Encore doit-il être peu efficace et n'agir que près de la surface.

Soyka pense avoir démontré que les organismes sont ramenés de la nappe souterraine à la surface du sol par les courants capillaires ascendants, qui prendraient, d'ailleurs, en route les bactéries arrêtées sur leur passage. Ces courants ascendants sont déterminés par l'évaporation même dans la zone superficielle; ils conduisent les microorganismes jusqu'à la couche extrême où se forme la poussière et les y abandonnent. Dès lors, les germes suivent le sort de ceux qui sont naturellement dans cette poussière.

L'expérience de l'auteur a été instituée comme il suit. On remplissait de terre stérilisée un tube de verre de 30 centimètres de long (d'ailleurs susceptible d'être allongé) et de 1 centimètre 1/2 de diamètre, et l'on plongeait l'extrémité inférieure de ce tube dans un liquide contenant des bactéries déterminées. A la partie supérieure du tube s'adaptait une sorte de poire creuse, traversée à sa base par le tube et renfermant un liquide nourricier stérilisé, qui se disposait autour de la portion émergente du tube, sans y entrer. L'extrémité opposée de la poire était percée d'une ouverture obturée par un bouchon d'ouate. Au bout de quelques heures ou de quelques jours, on voyait le liquide bacillaire s'élever dans le tube et atteindre jusqu'à l'extrémité supérieure du tube. Il suffisait alors de faire tomber, par une légère secousse, un peu de la terre de la surface du tube dans le liquide nourricier environnant pour obtenir dans ce liquide une culture des microorganismes primitivement existants dans le liquide inférieur.

La légitimité de cette expérience et ses résultats ont été contestés par A. Pfeiffer (de Wiesbaden) et il paraîtrait que le professeur de Prague, en répétant son essai à Berlin, dans le laboratoire de R. Koch, n'a pas été heureux. Il s'en est suivi une polémique de quelque âpreté. Nous n'avons aucune raison de prendre parti entre les adversaires; mais nous restons en garde contre les résultats obtenus dans de petits tubes de verre, avec de la terre qui ne ressemble en rien au sol naturel.

Nessler attribue aux courants capillaires ascendants la grande richesse de la couche superficielle en matières solubles. Celles-ci resteraient là, à la suite de l'évaporation de l'eau. Sans mettre en doute l'existence des courants capillaires, on peut croire que la couche superficielle serait déjà très pourvue de matières fertilisantes, même sans leur intervention.

Pour terminer cet article, rappelons seulement le rôle des *vers de terre*, selon Pasteur, dans l'exhumation des spores charbonneuses.

7° Souillures du sol. Leur transformation.

Les souillures du sol, qu'il ne suffit pas de considérer dans les lieux habités, proviennent : 1° de la *dispersion, à la surface*, des immondices de rue, ordures ménagères, eaux de vaisselle et de nettoyage, déjections des animaux, fumiers, excrétions humaines, projetées sur le sol clandestinement ou par incurie; 2° des *infiltrations à la profondeur* des matières excrémentitielles collectionnées dans des récipients creusés en terre, fosses d'aisance, puits absorbants; 3° des *irrigations* avec les eaux d'égout et les eaux industrielles. Nous laisserons de côté les *sépultures*, qui ne sont qu'une

souillure limitée et réglementée, et la *diffusion du gaz d'éclairage* dans le sol des villes, plus redoutable par les poisons minéraux que le gaz contient qu'à tout autre égard. Ces deux objets importants se retrouveront en leur lieu.

Les impuretés dont il est ici question sont essentiellement d'origine organique; c'est presque toujours le sens attaché, en hygiène, au mot *souillure*. Il est évident qu'avec de bons règlements et de bonnes habitudes sanitaires, on peut réduire infiniment la masse de celles des deux premières catégories. Mais, alors, il faudra augmenter d'autant celles de la troisième.

Ces matières sont d'ailleurs, *à l'état solide*, *en suspension* dans un liquide, ou *dissoutes*. Dans les deux premiers cas, elles éprouveront au moins autant de difficultés que les microorganismes à pénétrer dans l'épaisseur du sol, puisqu'elles n'ont aucune action vitale qui puisse compenser la filtration que le sol fera subir à l'air ou à l'eau qui les entraîne. En solution dans l'eau, les matières organiques pénètrent dans le sol suivant certaines lois qui résultent déjà de ce qui a été dit précédemment (*Rapports du sol avec l'eau*) et que nous allons compléter à l'aide des récentes formules d'Hofmann et de Soyka.

Pénétration des impuretés dans le sol. — Les impuretés dissoutes étant évidemment les plus appropriées à la pénétration dans le sol, les faits positifs que l'on constatera à leur égard pourront être pris comme un *maximum* que les molécules en suspension et, par suite, les schizomycètes, ne peuvent dépasser.

Une eau chargée d'impuretés doit d'abord remplir tous les pores de la zone d'évaporation, s'ils sont vides ou s'il leur manque une part d'humectation; puis, déplacer l'eau de la zone intermédiaire, dont la quantité dépend à la fois de la quantité et de la taille des pores et reste invariable, malgré la continuation de l'arrosage.

Fr. Hofmann a rempli deux tubes en fer-blanc de 1 mètre de long, dont la coupe représentait une surface de 16 c. m. q., 7, et fermés à leur partie inférieure avec une toile métallique : le premier, d'un sable pur, à grains du diamètre de 1/2 à 1 millimètre; le second, du même sable, mais en grains de $0^{mm},3$ à $0^{mm},5$. Tous deux présentaient, pour pesanteur spécifique, 2,6. On les arrosa d'eau distillée à plusieurs reprises et abondamment et l'on attendit qu'il ne tombât plus une goutte d'eau par l'extrémité inférieure. L'augmentation de poids des tubes donna la quantité d'eau retenue par capillarité :

Tube n° 1;	volume de pores, 601 centimèt. cub.;	eau retenue	182 gr.
— n° 2;	— 613 —	—	309 —

Les tubes étant ainsi préparés, on fit tomber à la surface du sable, goutte à goutte, 50 centimètres cubes d'une solution de sel marin (que le sol ne décompose pas), renfermant $1^{gr},008$ de chlorure de sodium par 100 centimètres cubes. Le liquide qui s'écoulait par en bas était recueilli dans des ballons pesés. Les jours suivants, on remplaçait la solution de sel par 50 centimètres cubes d'eau,

pour imiter le lavage des impuretés, que réalisent les pluies. Lorsque tout le sol fut passé, on recommença l'expérience, à titre de contrôle. Le tableau ci-après en résume les résultats.

JOURS DE L'EXPÉRIENCE.	LIQUIDE VERSÉ (en centim. cubes).	LIQUIDE ÉCOULÉ DU SABLE N° 1.			LIQUIDE ÉCOULÉ DU SABLE N° 2.		
		LIQUIDE (en grammes).	100 CENT. C. de ce liquide renferment NaCl (en milligr.)	QUANTITÉ de chlorure de sodium entrainée (en milligr.)	LIQUIDE (en grammes).	100 CENT. C. de ce liquide renferment NaCl (en milligr.)	QUANTITÉ de chlorure de sodium entrainée (en milligr.)
1	50cc avec 0gr,504 NaCl.	49.5	0	0	48.3	0	0
2	50 eau distillée.....	47.1	51	24	46.0	0	0
3	50 —	44.8	402	180	48.8	0	0
4	50 —	47.8	243	116	47.7	0	0
5	50 —	50.2	171	86	50.0	0	0
6	50 —	43.6	162	71	47.7	143	69
7	50 —	49.2	45	22	48.9	402	197
8	50 —	48.4	12	6	45.4	357	162
9	50 —	48.3	7	3	46.7	147	69
10	50 —	47.4	2	1	46.4	11	5
11	50 —	47.6	0	0	46.5	0	0
12	50cc avec NaCl 0gr,504.	44.9	0	0	42.8	0	0
13	50 eau distillée.....	46.9	47	22	44.7	0	0
14	50 —	48.4	363	176	44.6	0	0
15	50 —	46.4	255	119	44.7	0	0
16	50 —	42.6	189	80	43.0	0	0
17	50 —	46.7	139	65	42.8	78	33
18	50 —	49.1	54	26	46.2	393	181
19	50 —	47.6	18	9	46.5	432	201
20	50 —	47.6	6	3	45.6	162	74
21	50 —	47.2	2	1	44.6	32	14
22	50 —	47.5	0	0	43.7	0	0

Les chiffres de l'eau écoulée sont inférieurs à ceux de l'eau versée, par suite de l'évaporation en 24 heures.

Comme le sable n° 1 renfermait au préalable 182 grammes d'eau et le sable n° 2 309 grammes, on voit d'abord par ce tableau que *la richesse du sol en eau n'influence pas sensiblement le degré de dilution des impuretés qui pénètrent dans la profondeur.*

Mais il y a des différences remarquables selon que le sol est à gros grains ou à grains fins, à grands pores ou à pores petits.

a. Dans le *sol à grands pores*, malgré la rapidité de la pénétration, les impuretés sont retenues assez longtemps et se fractionnent; de telle sorte que la moyenne qui peut en arriver dans l'eau d'un puits n'est pas élevée. Il y a, dans un tel sol, des lacunes larges, qui laissent passer les liquides, et d'autres plus étroites, qui les retiennent par action capillaire. Finalement, *un sol à grands pores n'est jamais relativement aussi souillé qu'un sol compacte.*

La comparaison ci-dessous le fait clairement ressortir.

Quantités absolues de chlorure de sodium contenues dans le sol.

	Sable n° 1.	Sable n° 2.
Au 1er jour....................	0gr.504	0gr.504
2e —	0 481	0 504

	Sable n° 1.	Sable n° 2.
Au 3e jour	0^{gr},303	0^{gr},504
4e —	0 186	0 504
5e —	0 103	0 504
6e —	0 035	0 453
7e —	0 011	0 264

b. Le *sol à pores fins* peut retenir l'eau par capillarité dans tous ses interstices, sauf l'air qui y reste emprisonné. La pénétration d'eau souillée dans un tel sol ne détermine, qu'à un degré extrêmement faible, le mélange de cette eau avec celle qui existait déjà dans le sol. Les impuretés pénètrent lentement, couche par couche, en franchissant une étendue qui correspond exactement au chemin parcouru par l'eau versée à la surface; de sorte que, si les liquides versés étaient alternativement purs et souillés, on trouverait également dans le sol des couches alternantes d'eau pure et d'eau impure, et que la nature du liquide versé et entrant par en haut ne prouve rien quant à la nature de celui qui gagne, *au même moment*, la nappe souterraine. L'eau sale déplace d'abord l'eau qui existait dans le sol ; celle-ci peut être très pure ; c'est elle qui tombe dans la nappe.

Au point de vue de la *rapidité de la pénétration*, il passait, en 20 minutes, 736 ^{gr}, 4 d'eau par le sable n° 1, — 93 ^{gr}, 8 par le sable n° 2; soit, par mètre carré de sol, à 1 mètre de profondeur :

	Sable n° 1. litres	Sable n° 2. litres.
En 1 heure	1.323	168.6
— 24 heures	31.752	4.046.0

Un litre d'eau répandu sur une surface d'un mètre carré représente exactement une épaisseur de 1 millimètre. On voit donc que, même le sol n° 2 pourrait absorber en un jour plus de 4 mètres d'eau, c'est-à-dire 6 à 7 fois autant qu'il en tombe en un an à Paris, Leipzig, Lille. Quand on réfléchit qu'un sol aussi facile à l'absorption d'eau ne laisse passer le sel marin en solution que le sixième jour à travers 1 mètre de son épaisseur, on peut se faire une idée du temps que mettent les impuretés moins solubles à traverser les sols naturels, généralement beaucoup moins perméables.

Hofmann a pensé très justement qu'il faut faire des applications de ces lois aux sols naturels, en chaque lieu, et il a commencé par celui de Leipzig, où il tombe par an 574^{mm}, 37 d'eau, ou 1^{mm}, 57 par jour, en 194 jours de pluie.

Les 50 centimètres cubes répandus sur une surface de 16 c. m. q., 7 correspondent exactement à 30 litres par jour sur un mètre carré ou 30 millimètres de hauteur de pluie. Par conséquent, les 100 centimètres cubes qui, versés sur le *sol à grands pores* (n° 1), y font apparaître la souillure au deuxième jour, à 1 mètre de profondeur, correspondent à 60 millimètres; et les 300 centimètres cubes, qui font le même effet sur le sol à pores fins (n° 2) au sixième jour, correspondent à 180 millimètres. Dans ces conditions, le nombre de jours qu'il faudra, à la dose quotidienne moyenne de 1^{mm},57, pour porter une souillure à 1 mètre de profondeur sera de $\frac{60}{1,57} = 38$ jours dans le sol à grands pores; — de $\frac{180}{1,57} = 114$ jours dans l'autre. Ou encore, la vitesse sera de 26 millimètres par jour dans le premier cas; de 9 millimètres, dans le second.

Par suite, on arrive aux résultats suivants pour Leipzig.

Pénétration de l'eau dans le sol du cimetière de Leipzig.

PROFONDEUR.	QUANTITÉ D'EAU à déplacer par mètre carré.	QUANTITÉ DE PLUIE à introduire par mètre carré.	PÉRIODE DE TEMPS correspondant A CETTE QUANTITÉ DE PLUIE.	TOTAL DES JOURS nécessaires.
0m.0 à 0m,5	132 litres.	132 litres.	Du 1er janvier au 15 avril......	104.9
0m,5 à 1m,0	127 —	127 —	Du 15 avril au 23 juin.........	69.3
1m,0 à 1m.5	132 —	132 —	Du 23 juin au 27 août..........	66.4
1m,5 à 2m.0	124 —	124 —	Du 27 août au 23 novembre....	86.6
2m,0 à 2m,5	107 —	107 —	Du 23 novembre au 16 février..	84.3
2m,5 à 3m,0	104 —	104 —	Du 16 février au 27 avril.......	70.6
0m,0 à 3m,0	726 litres.	726 litres.	Du 1er janvier au 31 décembre et au 27 avril suivant........	482.6

Pénétration de l'eau dans un sol de remblai (Leipzig).

PROFONDEUR.	QUANTITÉ D'EAU à déplacer par mètre carré.	QUANTITÉ DE PLUIE à introduire par mètre carré.	PÉRIODE DE TEMPS correspondant A CETTE QUANTITÉ DE PLUIE.	NOMBRE DE JOURS nécessaires.
0m,0 à 0m,25	87 lit	87 lit	Du 1er janvier au 16 mars......	75
0m,25 à 0m,75	242.50	242.50	Du 16 mars au 25 juillet.......	131
0m,75 à 1m,25	160.50	160.50	Du 25 juillet au 21 novembre...	119
1m,25 à 1m,75	156.0	156.0	Du 21 novembre au 31 décembre et du 1er janvier au 4 mars...	103
1m,75 à 2m,25	267.0	267.0	Du 4 mars au 29 juillet........	147
2m,25 à 2m,90	172.0	172.0	Du 29 juillet au 21 novembre..	115
2m,90 à 3m,00	37.0	37.0	Du 21 novembre au 14 décembre.	23
0m,00 à 3m,00	1122 lit	1122 lit	23 mois et 14 jours.	713

On remarquera qu'il n'est pas tenu compte de l'évaporation qui détourne du sol au moins un tiers des pluies. Ainsi, toute la pluie qui tombe à Leipzig en un an ne parvient pas à faire passer jusqu'à la nappe souterraine une souillure de la surface. Et il faut à une solution de sel marin, sur laquelle le sol est sans action ; ici 482 jours, là 713 jours, pour arriver à 3 mètres de profondeur. Ces recherches sont instructives au plus haut point, vis-à-vis des questions que soulèvent la souillure des puits, celle des nappes souterraines par les irrigations, etc. On voit qu'il faut, aux bactéries pathogènes répandues à la surface du sol, une vitalité énergique et des circonstances exceptionnellement favorables pour arriver jusqu'à l'eau des fontaines à travers une couche de terre, si peu considérable qu'elle soit.

Transformation des impuretés dans le sol. — Le sol fixe une partie des matières organiques que l'eau introduit dans son épaisseur ; les unes, par attraction de surface, de la part des parois des pores : d'autres, à la faveur de réactions chimiques auxquelles se prêtent, d'une part les silicates doubles du sol, de l'autre les bases alcalines des matières organiques, potasse, soude, ammoniaque. Les *humates* et *silicates* alcalins et terreux sont très peu solubles. Huntable, Way, Thompson, Schlœsing, Soyka, ont

signalé cette action du sol ; on la nomme *absorption*. Il faut en tenir compte. C'est à elle que l'on doit l'épuration de beaucoup d'eaux par le sol, dans des circonstances où les microorganismes n'interviennent probablement pas.

Falk, faisant passer différentes substances à travers des colonnes de sable de Berlin, de 60 centimètres de hauteur et de 3 centimètres de diamètre, constata que les suivantes ne se retrouvaient pas dans le liquide sortant du filtre : sulfocarbonate de soude, naphthylamine, thymol (volatiles); éther d'éthylène, indol, s'ils ont été versés en solution étendue; strychnine, nicotine ; les ferments non figurés, émulsine, myrosine, ptyaline, avaient perdu leur pouvoir de dédoublement; la salicine, l'amygdaline la conservaient. Les poisons morbides de Senator et de Hiller en sortaient inertes. Soyka a montré que ce pouvoir décomposant du sol s'étend à la quinine, la morphine, l'atropine (sulfates), à la pyridine et son sulfate, à la pipéridine et au chlorhydrate de pipéridine, au sulfate de quinoline et au chlorhydrate de cinchonine, soit que l'on expérimente avec le gravier, soit que l'on essaye la tourbe, qui a un très grand pouvoir d'absorption.

Ce pouvoir croît comme la concentration des solutions versées (Lissauer); mais il ne s'exerce bien qu'autant que l'on en fait passer de petites portions à la fois.

Mais le fait capital est la *transformation* des matières organiques dans le sol, telle que ces composés dangereux redeviennent capables de nourrir des végétaux et de rentrer dans le cercle de la vie. C'est « l'assainissement spontané » du sol (Soyka).

1. Cette action du sol est essentiellement une *oxydation* par combustion lente. L'azote organique et l'ammoniaque deviennent des *nitrites* et des *nitrates;* le carbone, de l'*acide carbonique;* peut-être que l'hydrogène fait de l'eau (on n'en parle pas, parce que cette circonstance est assez indifférente en hygiène).

La formation de nitrites et de nitrates dans le sol a été reconnue dès que l'on a commencé à répandre sur des terres les eaux d'égout, qui renferment beaucoup d'azote organique et d'ammoniaque, sans traces de nitrites ou de nitrates, et qui sortent des champs d'irrigation avec une proportion de ces deux derniers bien supérieure à celle que le sol pourrait leur fournir. Frankland (1868) constatait dans l'eau d'égout, avant la filtration : azote organique 2.48 ; ammoniaque 5.58 ; azote nitrique 0 (p. 100,000 parties); après la filtration : azote organique, de 0.11 à 0.33 ; ammoniaque, de 0.01 à 0.62; azote nitrique, de 3 à 4. De même, l'eau d'égout de Berlin, filtrée, renferme 8 à 13 p. 100,000 d'ammoniaque libre ou en combinaison organique et à peine des traces d'acide nitreux ou nitrique; l'eau qui sort des drains d'Osdorf, au contraire, ne renferme plus que de 0.07 à 0.28 d'ammoniaque, mais offre 20 à 22 d'acide nitrique dans les *planches*, 8 à 15 dans les *prairies*, avec des proportions sensibles d'acide nitreux (*Rapport de* 1886).

L'oxydation des matières organiques dans le sol, du carbone aussi bien que de l'azote, a lieu grâce à la présence de microorganismes dans ce milieu; c'est une fonction vitale de ces êtres infimes.

Le rôle des microorganismes dans la *nitrification* a été entrevu par Pasteur et par Alexandre Müller. Il appartient à Schlœsing et Müntz d'en avoir formulé la loi et de l'avoir démontrée. Schlœsing remarqua d'abord que le sol possède « une vertu propre qu'il doit à l'*humus* ou *terreau*, en d'autres termes à ces résidus de l'oxydation des matières végétales dont aucune terre n'est entièrement dépourvue. » Si l'on arrose d'une dissolution très étendue d'ammoniaque, un mélange de sable calciné et de craie placé dans un tube large et bien aéré, au bout de plusieurs semaines pas une trace d'ammoniaque n'aura été brûlée et convertie en nitrate. Mais si l'on mêle à la craie et au sable un peu de terreau de jardinier, la nitrification de l'ammoniaque s'effectuera en quelques jours. Boussingault avait antérieurement fait des expériences identiques et avec le même résultat, en se servant de sang, de chair, de chiffons de laine, etc., au lieu d'ammoniaque.

Le terreau étant lui-même engagé dans la combustion lente au moment où les composés organiques viennent adhérer à ses molécules, il les allume, en quelque sorte, ou les *entraîne*, comme disent les chimistes.

Depuis lors, Schlœsing et Müntz (1877) ont fait connaître que, quand on arrose régulièrement avec de l'eau d'égout du sable quartzeux calciné au rouge, c'est-à-dire dépouillé de toute substance organique, on peut obtenir la combustion totale des impuretés et la nitrification complète de l'azote, si la dose journalière versée sur le sable est telle que le liquide mette huit jours à en parcourir l'épaisseur. Mais la nitrification opérée dans ces conditions est absolument arrêtée lorsqu'on introduit dans le sable de la vapeur de chloroforme. Or, Müntz a démontré que cet anesthésique paralyse tous les organismes-ferments, les levûres, le *Mycoderma aceti*, les vibrions des fermentations putrides. Il devient donc extrêmement probable que la nitrification peut être corrélative de la vie d'organismes capables de transporter l'oxygène de l'air sur les matières organiques les plus diverses (Schlœsing). Les eaux d'égout sont évidemment en état d'apporter de tels organismes au sable calciné. Schlœsing pense que cette théorie n'exclut pas la possibilité de la nitrification par combustion lente sous l'action des seules forces physiques ou chimiques et sans l'intermédiaire de la vie ; mais, en se reportant aux travaux de Pasteur, il lui paraît que la nitrification par les organismes est douée d'une activité bien plus grande que la première.

Schlœsing et Müntz ont supposé, sans doute, que cette fonction merveilleuse devait être dévolue à un organisme spécial et unique, qu'ils ont nommé *ferment nitrique*. Ils en ont même essayé la morphologie, tentative prématurée que Fodor allait reprendre quelque temps après (voy. plus haut, page 86). Il est extrêmement probable qu'au contraire le ferment nitrique est multiple, c'est-à-dire représenté par des organismes assez variés, dont quelques-uns sont même en dehors du vaste genre des *saprophytes*. Les deux savants français ont donc eu raison d'assurer qu'il est très répandu, que la terre végétale est son milieu de prédilection et qu'il existe dans toutes les eaux sales, voire même dans les eaux courantes, ne fût-ce que dans la vase du fond.

La découverte de Schlœsing et Müntz a été confirmée par Warington, qui reconnut que le sulfure de carbone et les autres antiseptiques produisent le même effet sur la nitrification que le chloroforme ; par Hehner et par Wollny, qui étudia surtout les effets des organismes du sol sur la production de CO^2 et fit, sur ce sujet, une conférence à l'*Exposition d'hygiène* de Berlin en 1883 ; par Fodor et par Soyka, à qui l'on doit d'intéressantes modifications des expériences relatives à cette question.

Pour éviter certains reproches que l'on a faits au procédé qui consiste à stériliser le sol par la calcination, Soyka employa alternativement du gravier, chauffé au rouge, et du verre pilé, qu'il arrosait d'urine étendue, tantôt stérilisée, tantôt non, une fois en laissant un libre accès aux poussières de l'air, d'autres fois en l'empêchant. La nitrification fut suspendue dans le verre pilé comme dans le gravier calciné, pourvu que l'on empêchât dans l'un comme dans l'autre l'accès des germes de l'air. Elle ne se montra plus quand on ajouta au sol stérilisé de l'urine préalablement bouillie. C'est encore le même savant professeur qui, en 1884, a montré que la nitrification par le sol s'opère sur certains alcaloïdes, après la *fixation* dont il a été parlé tout à l'heure; et que, chez certains autres, comme la quinine, la quinoline, la cinchonine, qui sont des poisons pour les ferments, il y a *décomposition*, mais non point *nitrification*. La strychnine appartient à la première catégorie. Quand une solution de strychnine à 0,01 ou 0.1 p. 100 est versée sur du sable siliceux, fin, moyen ou grossier, à la dose de 12 centimètres cubes par jour, elle traverse une couche de 0,80 d'épaisseur dans l'espace de 4 à 7 jours, de telle sorte que le sol retienne 0,04 0/0 de son poids de strychnine. Un volume de 650 litres de sable, pesant 1625 kilogr., absorbe ainsi 2 kil. 25 de strychnine; de quoi empoisonner cent mille hommes. Mais le poison n'est que fixé. Après quelques jours, commencent la décomposition, puis la nitrification. Au septième jour, le liquide qui passe à travers le sable en expérience donne les réactions de l'acide nitreux ; au douzième jour, celles de l'acide nitrique. Au bout de 167 jours, les soixante centièmes de l'azote de l'alcaloïde sont convertis en nitrates inoffensifs.

Objections à la théorie biologique de la nitrification. — On a d'abord critiqué les expériences de Schlœsing et Müntz. La calcination du sol, a-t-on dit, en altère les propriétés physiques, qui eussent suffi à l'oxydation des impuretés. Elle décompose les silicates doubles; elle diminue, en chassant l'air, les lacunes du sol et, par suite, la surface qui eût pu permettre les larges contacts avec l'oxygène. Peut-être que les poussières n'ont pas le rôle biologique que l'on suppose; mais un pouvoir mécanique de fixation, comme elles fixent la vapeur d'eau dans les brouillards, selon la théorie d'Aitkin. Hoppe-Seyler nie formellement l'intervention des microorganismes dans les oxydations qui ont lieu dans le sol; les affinités chimiques lui paraissent suffire à déterminer celles-ci et, si l'on trouve habituellement des microbes avec les nitrates, c'est que les premiers réussissent bien dans les conditions où se forment les seconds. L'oxygène « indifférent » devient actif, selon lui, en présence d'hydrogène à l'état naissant et peut faire passer l'ammoniaque à l'état d'acide nitrique, si d'autres corps facilement oxydables ne s'en emparent point. Or, c'est ce qui se passe dans le sol,

sans qu'il soit besoin de microorganismes, parce qu'il s'y accomplit suffisamment de fermentations pour mettre en liberté de l'hydrogène. Fleck prétend, de même, que l'ammoniaque se transforme, dans l'eau ou dans le sol, par simple réaction chimique et croit le démontrer par une expérience.

Il prend des bandes de papier à filtre qu'il trempe d'abord dans une solution de sublimé au centième, puis dans de l'ammoniaque liquide concentrée ; il les sèche ou même les maintient plusieurs heures à la température de 140 degrés. Des bandes ainsi préparées, larges de 3 centimètres et longues de 50, sont disposées, une extrémité dans un verre à pied rempli d'une eau faiblement ammoniacale, et l'autre extrémité dans un verre vide, placé sur un plan inférieur. Au bout de quelques instants, le liquide passe du premier verre dans le second, le long de la bande de papier. Or, ce liquide donne nettement la réaction du nitrite d'ammoniaque.

Frank repousse encore le rôle des organismes dans les oxydations et s'appuie sur ce fait, que, dans une solution stérilisée de sel ammoniac, additionnée d'une liqueur nourricière également stérilisée, il a introduit une culture pure de bactéries du sol et n'a rien obtenu. En ajoutant, en outre, du carbonate de chaux stérilisé, il n'a pas davantage vu se produire de nitrification. Si, au contraire, dans la solution ammoniacale ensemencée, il déposait un peu de terre, la nitrification s'opérait. Mais cette terre nitrifiait déjà, au préalable, sans addition de bactéries et même après calcination.

La théorie biologique persiste néanmoins et a trouvé de nouveaux adhérents, Hulwa, Emich, Landolt et J. Uffelmann, qui a démontré à nouveau qu'un sol stérilisé à 180 ou 200 degrés a perdu tout pouvoir nitrificateur, même alors qu'on y ménage un libre accès de l'oxygène, au moyen de l'air convenablement privé de germes, et qu'en revanche une terre humide peut absorber, de l'air, du nitrite d'ammoniaque ; ce qui explique peut-être pourquoi des observateurs, tels que Fleck, ont trouvé ce composé nitreux dans un sol dûment stérilisé.

Le fait fondamental paraît donc hors de doute ; l'oxydation, c'est-à-dire la transformation des matières organiques mortes au sein du sol, s'accomplit sous l'influence de microorganismes ; c'est un acte vital. Que sont ces microorganismes ? On ne le sait pas très exactement, et ils semblent être fort nombreux ; les espèces pathogènes elles-mêmes participeraient, au besoin, à cette grande opération, qui est une phase importante de la vie universelle ; et, à vrai dire, elles rentreraient dans leur rôle qui n'a pu, à l'origine, être de produire des maladies infectieuses chez les animaux supérieurs.

Mais alors, il ne semble pas qu'il convienne de présenter comme un danger ce fait que, pendant que les matières mortes sont détruites et subissent la nitrification, les organismes vivants persistent, quelques-uns se reproduisant dans le sol et y pullulant. En effet, ceci est la condition de cela et c'est précisément parce qu'il y a des microorganismes vivants dans le sol que les matières organiques mortes peuvent être transformées.

Le défaut de microorganismes dans les couches profondes (4 à 5 mètres), constaté par C. Fränkel, n'est peut-être pas une réelle difficulté. Il n'y a probablement, à ce niveau, pas plus de matière à nitrifier que d'organismes nitrificateurs ; ce qui rendrait ceux-ci inutiles. La descente des impuretés vers la nappe, nous l'avons vu, est extrêmement lente et la nitrification a eu tout le temps de se faire dans les couches supérieures avant que les matières mortes arrivent à 4 ou 5 mètres où, d'ailleurs, la température s'élève difficilement et où se raréfie l'oxygène, sans lequel les organismes ne peuvent plus faire de composés nitriques ni d'acide carbonique.

Circonstances qui favorisent la transformation des matières organiques. — Nous envisageons ici la formation de CO^2 aussi bien que celle des nitrites et des nitrates. L'oxydation du carbone des matières organiques mortes est, en effet, le complément obligé de la nitrification.

Il paraît certain que l'*alcalinité* des terres est la meilleure condition pour la nitrification ; par suite, la présence, du carbonate de potasse dans le sol qui, selon Fittbogen, se trouverait en tête de tous les autres éléments à cet égard. Viendraient ensuite le carbonate de chaux, la chaux, la magnésie. Le sol le moins propice serait le sable quartzeux sans mélange calcaire. Le pouvoir nitrificateur du sulfate de chaux étant 100, celui du sulfate de soude serait, d'après Pichard, de 47.91 ; celui du sulfate de potasse 35.78 ; du carbonate de chaux 13.32 ; du carbonate de magnésie, 12.52. Dans les différentes discussions qui ont eu lieu à la *Société de médecine publique* de Paris, au sujet de l'épuration des eaux d'égout par le sol ou de la propagation de la fièvre typhoïde, le professeur Brouardel a rarement manqué de spécifier « que le sol détruit les matières organiques mortes qu'on lui confie, *pourvu qu'elles tombent dans un milieu alcalin,* où elles subissent la nitrification. »

La *porosité* et la *perméabilité* du sol influent naturellement sur la nitrification ; il est évident, en effet, que la ventilation plus ou moins libre et active dans le sol décide de l'afflux de l'oxygène. Toutefois, il convient aussi que le nombre des pores multiplie la surface de contact et que la terre retienne assez d'eau. Aussi, faut-il, pour une nitrification active et une production abondante de CO^2 (Wollny) que le sol soit poreux, mais à grains fins. Les meilleures dimensions seraient au-dessous de 1 millimètre de diamètre (Pichard).

La nécessité de la présence simultanée de l'air et de l'eau entraîne encore celle du déversement fractionné et discontinu des eaux impures sur le sol, ce qu'on a appelé, en Angleterre, la *filtration intermittente.* D'ailleurs, pour la même raison et aussi pour ne pas déborder la puissance fonctionnelle des organismes, chaque dose doit être modérée et la dilution des impuretés poussée assez loin (Warington).

La *température* la plus favorable à la nitrification est celle de 37° (Schlœsing et Müntz) ; au-dessus et au-dessous de ce point, elle se ralentit pour s'arrêter au-dessous de 5° ou au-dessus de 55°. La production de CO^2 (Möller, Wollny), très faible à zéro, augmente avec la température ; elle est très active à 50°.

Les nitrates et les nitrites du sol sont lavés par les pluies et en partie entraînés dans la nappe souterraine (les puits), dans les ruisseaux, les fleuves; une autre partie est reprise par les racines des plantes et rentre dans la circulation vitale. De même, l'acide carbonique du sol alimente l'atmosphère (Fodor) et sert aussi à la fixation du carbone par les grands végétaux.

2. Il est une autre action du sol, beaucoup moins importante que la précédente, mais qui arrive aussi à transformer les impuretés quoique par un procédé au premier abord moins avantageux; c'est l'*action réductrice*, par laquelle, entre autres, les nitrates repassent à l'état de nitrites (Gayon et Dupetit) et les uns et les autres à l'état de protoxyde d'azote et même d'azote (Dehérain et Maquenne). Les expérimentateurs se sont assurés que cette réduction est le fait d'organismes vivants en se servant des mêmes moyens que Schlœsing et Müntz pour démontrer que la nitrification est un acte vital, c'est-à-dire en paralysant par la chaleur, le chloroforme, le sulfate de cuivre, les organismes supposés. Le ferment dénitrifiant, selon Dehérain et Maquenne, serait le *bacillus amylobacter* de van Tieghem (*Clostridium butyricum*, *Bacillus butyricus*), le *ferment butyrique* de Pasteur, anaérobie. Son rôle est probablement assez limité et ne s'exerce que quand l'oxygène a peine à pénétrer dans le sol. Dans tous les cas, il ne paraît point qu'il puisse être offensif. C'est, au contraire, un des agents d'une transformation utile et nécessaire. Il décompose les matières organiques mortes dans un autre sens que le ferment nitrique; mais il les décompose.

Nous avons dit plus haut que, d'après Heraeus et Cahen, d'autres espèces, dans des conditions déterminées, réduisent également les nitrates en nitrites et même ceux-ci en ammoniaque. Il y a probablement, dans le même sol, des bactéries qui oxydent et d'autres qui réduisent; celles-ci suppléant les premières lorsque la matière organique est trop abondante et que l'oxygène fait défaut; de même que Heraeus assure que, dans l'eau riche en matière organique, il y a d'abord réduction partielle de l'acide nitrique en acide nitreux avec assimilation d'ammonium par certaines bactéries; puis, bout de quelques jours, commence l'oxydation et le retour des nitrites à l'état de nitrates.

Applications sanitaires. — Il ressort des deux paragraphes qui précèdent que, si le sol est le réceptacle presque nécessaire de tous les déchets de la vie, de toutes les immondices banales et de la plupart des immondices d'origine morbide, il est également le grand et peut-être l'universel *épurateur*. Sa constitution normale et ses propriétés naturelles sont telles qu'il peut abriter ces choses impures pendant longtemps, sans danger pour l'air qui passe à sa surface ni pour l'eau qui circule dans sa profondeur. Si le contraire arrive et que l'air nous rapporte des poussières dangereuses ou que l'eau de nos puits et de nos fontaines renferme des microorganismes offensifs, c'est qu'une circonstance due à la négligence de l'homme, un accident, une pénétration violente, ont fait échapper les souillures à ce

merveilleux laboratoire du sol, sans qu'il cesse de remplir son office. Accuser le sol de multiplier et même de conserver trop exactement les germes pathogènes, c'est marcher à une hygiène désespérante; puisqu'il est impossible de détourner absolument du sol tous les déchets organiques et qu'il est non moins impossible de substituer à ce vaste appareil d'épuration un artifice qui l'égale. A notre avis, l'hygiène n'a guère de chances en heurtant les forces naturelles; elle est toute puissante en ayant pour règle de s'en servir.

D'ailleurs, la conservation des germes pathogènes dans le sol n'est pas plus certaine que leur migration, soit verticale, soit horizontale. Les affirmations par induction, qui se sont fait jour dans ce sens, ont d'autant plus besoin d'une démonstration directe que toutes les recherches et les expériences régulièrement instituées tendent à établir le contraire. Nous savons déjà que les microbes pathogènes vivent difficilement à quelque profondeur dans le sol; qu'ils y reprennent des fonctions banales, celles de nitrification; qu'on ne trouve plus leurs germes à quelques mètres dans la terre; qu'il n'y en a pas davantage et qu'il n'y a de germes d'aucune sorte dans la couche au contact de la nappe souterraine. Que de faits importants et rassurants !

En somme, il reste constant que, sous certaines conditions que l'on devine et que nous indiquerons, l'eau de la nappe souterraine peut être utilisée sans inconvénient pour la boisson des humains et que le sol peut servir à la transformation méthodique des immondices des groupes populaires, sans risquer de créer d'immenses magasins de germes pathogènes aussi variés que nombreux.

Bibliographie. — Schlœsing (Th.) et Müntz (A.) : *Sur la nitrification par les ferments organisés* (Comptes rendus Acad. des scienc. LXXXIV à LXXXIX, 1877-1878). — Pumpelly (R.) et Smyth (G. A.) : *The relation of soils on health* (National Board of health Bulletin, 1881). — Koch (Rob.) : *Bodenuntersuchung* (Mittheilungen aus dem kaiserl. Gesundheitsamte, I, p. 34, 1881). — Gayon et Dupetit : Compt. rend. Acad. des scienc., XCV, p. 644, 1882. — Dehérain : *Les microbes et les nitrates dans le sein de la terre* (Compt. rend. Acad. scienc., octobre 1882). — Miquel (Pierre) : *Des bactéries répandues dans la poussière et dans le sol* (Annuaire de Montsouris pour 1882, p. 499). — Nægeli (C. v.) und Buchner (H.) : *Der Uebergang von Spaltpilzen in die Luft* (Centralblatt für die med. Wissenschaft, 1882). — Hoppe-Seyler : *Die chemische Vorgänge im Boden und Grundwasser, sowie über ihre hygienische Bedeutung* (Archiv für öffentliche Gesundheitspflege in Elsass-Lothringen, VIII, 1883). — Wollny (E.) : *Ueber die Thätigkeit niederer Organismen in Boden* (Deutsche Vierteljahrsschrift für œffentliche Gesundheitspflege, XV, p. 705, 1883). — Soyka (Isid.) : *Die Selbstreinigung des Bodens* (Archiv für Hygiene, II, p. 281, 1884). — Hofmann (Franz) : *Ueber das Eindringen von Verunreinigungen in Boden und Grundwasser* (Archiv f. Hygiene, II, p. 145, 1884). — Emmerich (Rud.) : *Pneumonie-coccen in der Zwischendeckenfüllung als Ursache einer Pneumonie-Epidemie* (Archiv f. Hygiene, II, p. 117, 1884). — Brouardel (P.) : *Sur l'évacuation et l'emploi des eaux d'égout* (Discussion à la Soc. de méd. publique. *In* Revue d'hygiène, VIII, p. 206, 1885). — Richard (E.) : *La destruction des matières organiques dans le sol* (Revue d'hygiène, VII, p. 379, 1885). — Arnould (Jules) : *Les micro-organismes du sol* (Annal. d'hyg. publiq., 3e série, XIV, p. 401, 1885). — Soyka (Isid.) : *Die Lebensthätigkeit niederer Organismen bei wechselnder Bodenfeuchtigkeit* (Prag. medic. Wochenschrift, n° 4, 1885. — Nicolaier : *Zur Ætiologie des Wundstarrkrampfes* (Centralblatt für die medic. Wissenschaft, n° 11, 1885). — Heraeus (W.) : *Ueber das Verhalten der Bacterien im Brunnenwasser sowie über die reducirende und oxydirende Eigenschaften der Bacterien* (Zeitschrift für Hygiene, I, p. 193, 1886). — Frank (Georg) : *Ueber Milzbrand. Ein Beitrag zur Lehre von der örtlichen und zeitlichen Disposition* (Zeitschr. f. Hygiene, I, p. 369, 1886). — Soyka (Is.) :

Bacteriologische Untersuchungen über den Einfluss des Bodens auf die Entwickelung von pathogenen Pilzen (Fortschritte der Medizin, IV, p. 281, 1886). — Liborius (Paul) : *Beiträge zur Kenntniss des Sauerstoffbedürfnisses der Bacterien* (Zeitschrift für Hygiene, I, p. 115, 1886). — Uffelmann (Jul.) : *Die Oxydation des Ammoniaks im Wasser und im Boden* (Archiv für Hygiene, IV, p. 82, 1886). — Adametz (Léopold) : *Untersuchungen über die niederen Pilze der Ackerkrume*, Inaugural Dissertation. Leipzig, 1886. — Renk (Fried.) : *Bacterien und Grundwasser* (Archiv f. Hygiene, IV, p. 27, 1886). — Pfeiffer (Aug.) : *Die Berziehungen der Bodencapillarität zum Transport von Bacterien* (Zeitschrift f. Hygiene, I, p, 394, 1886). — Charrin : *Étude expérimentale sur la contagion* (Annal. d'hygiène publiq., 3e série, XVI, p. 420, 1886). — Soyka (Isid.) : *Entgegnung auf Hrn Dr A. Pfeiffer's Aufsatz : Die Berziehungen zum Transport von Bacterien* (Zeitschrift f. Hygiene, II, p. 96, 1887). — Chantemesse (A.) et Widal (F.) : *Recherches sur le bacille typhique et l'étiologie de la fièvre typhoïde* (Archives de physiologie normale et pathol., 3e série, IX, p. 217, 1887). — Utpadel : *Ueber einen pathogenen Bacillus aus Zwischendeckenfüllüng* (Archiv. f. Hygiene, VI, p. 359, 1887). — Cahen (Fritz) : *Ueber das Reductionsvermögen der Bacterien* (Zeitschrift f. Hygiene, II, p. 389, 1887). — Frænkel (Carl.) : *Untersuchungen über das Vorkommen von Mikroorganismen in verschiedenen Bodenschichten* (Zeitschrift für Hygiene, II, p. 521, 1887). — Maggiora (Arnaldo) ; *Ricerche quantitative sui microrganismi del suolo con speciale riguardo all' inquinazione del medesimo* (Giornale della R. Academia di medicina, nº 3, 1887).

Consulter. — Hallier : *Gährungserscheinungen. Untersuchungen über Gährung, Fäulniss und Verwesung.* Leipzig, 1867. — Lex (Rud.). : *Ueber Fäulniss und verwandte Processe* (Deut. Vierteljahrsschr. f. œffentl. Gesundheitspflege, IV, 1872). — Koch (Rob.) : *Die Aetiologie der Milzbrandkrankheit.* Breslau, 1876. — Pasteur : *Sur l'étiologie de l'affection charbonneuse* (Bull. Acad., octobre 1879). — Colin (G.) : *Sur la durée de la conservation du pouvoir virulent des cadavres et des débris cadavériques charbonneux* (Bull. Acad. de méd., 4 novembre 1879).

8° État de la surface du sol.

Nous n'envisageons en ce moment que les conditions *naturelles* qui peuvent influencer la salubrité du sol, c'est-à-dire modifier en plus ou en moins sa richesse en eau, son accessibilité aux souillures et aux organismes pathogènes, favoriser ou entraver les phénomènes de décomposition qui s'accomplissent dans son épaisseur.

I. **Accidents de configuration extérieure.** — Le sol est façonné en *montagnes*, *collines*, *vallées*, *plaines* ou *plateaux*.

Il y a longtemps que les *sommets* sont recommandés par l'hygiène. Là, on a des chances d'avoir pied sur le roc (imperméable) et, dans tous les cas, de bénéficier sans grands frais du facile écoulement des eaux.

Les *pentes* des montagnes ou des collines participent à ces avantages. Cependant, nous avons vu que la nappe souterraine ne se moule nullement sur le relief extérieur du sol et que, parfois, elle peut être disposée en sens contraire de la pente. Dans ce cas, elle affleure en certains points et ne draine pas la surface du sol, comme on aurait pu s'y attendre.

Les pentes qui regardent le midi reçoivent plus de chaleur que celles qui sont tournées vers le nord. C'est une circonstance qui peut retarder la multiplication des microorganismes et la fermentation dans ces dernières, les hâter dans les autres (Voy. page 76).

Le fond des *vallées* et de toute autre dépression (cirques, cuvettes), est l'ensemble des points vers lesquels convergent naturellement les nappes souterraines des pentes. Le sol peut y être très sain, quand un fleuve puis-

sant et bien creusé collectionne sans peine les eaux de drainage des pentes sur ses deux rives. La Seine, à Paris, a son lit creusé en partie dans la couche imperméable; de telle sorte que la nappe souterraine (nappe d'infiltration, selon l'expression de Delesse) peut s'y épancher aisément pendant la plus grande partie de l'année et n'a pas de tendance à se rapprocher de la surface, même aux bords du fleuve. Quand il en est autrement, les impuretés restent volontiers dans les alluvions des rives. Les vallées profondes, tortueuses, ont été accusées d'avoir une part dans le développement du goître et du crétinisme (Tarentaise, Maurienne); si c'est une question de sol, elle rentre probablement plutôt dans les influences chimiques que dans celles de la configuration.

Les *plaines* ne sont pas toujours insalubres ; mais c'est avec cette disposition du terrain que l'on rencontre le plus communément les dépôts d'alluvion et la stagnation de l'eau superficielle, en raison de la nullité ou de l'insignifiance des pentes. L'insalubrité augmente lorsque la couche imperméable est à peu de distance de la surface. Les plaines basses sont évidemment plus exposées à l'action nuisible des eaux superficielles ou profondes : mais les *plateaux* ne sont pas à l'abri ; l'Anahuac (Mexique) a ses dépressions, ses marécages, ses fièvres.

II. **Revêtement et culture.** — Les aptitudes naturelles du sol vis-à-vis de la chaleur, des gaz et de l'eau peuvent être notablement modifiées par quelqu'une des circonstances suivantes : l'*état improductif*, la *végétation*, la *culture*, le *séjour de l'homme*.

a. *État inculte et improductif.* — On a vu (page 31) que le sol nu et aride du désert contient un air qui n'est pas plus riche en CO^2 que l'air atmosphérique. L'affinité d'un pareil terrain pour l'eau dépend entièrement de sa constitution physique et géologique, et les lois précédemment énoncées trouvent ici leur application plus exacte que partout ailleurs. Il en est de même de sa température; c'est dans ce cas qu'on voit le sol s'échauffer jusqu'à 50° à la surface (Arago), même dans nos pays tempérés, et que dans l'Inde, sous les rayons du soleil, on a parfois 70° sur le sol, tandis qu'il n'y a que 40° à deux pieds au-dessus. Les officiers qui font expédition dans le sud de notre colonie algérienne rencontrent fréquemment, à travers le Sahara, des particularités identiques.

b. *Végétation.* — Les végétaux de petite taille gênent l'accès des rayons du soleil, mais, par la multiplication des surfaces, favorisent l'absorption du calorique et le rayonnement terrestre. La couleur des plantes et l'eau qu'elles renferment sont également favorables à l'absorption et à l'émission de chaleur. Maquenne compare le pouvoir rayonnant des feuilles à celui du noir de fumée et le pouvoir absorbant de la chlorophylle à celui de l'eau.

Ces effets semblent donc se compenser et ne devoir pas influencer notablement les phénomènes chimiques ou biologiques de la surface.

L'évaporation par les plantes a des résultats bien plus sensibles. La terre nue évaporant un peu moins de la moitié de ce que perd en vapeur,

dans le même temps, une égale surface d'eau, il a été reconnu par les expériences faites à Montsouris, que la présence de végétaux entraîne une déperdition d'eau, plus abondante non seulement que celle de la terre nue, mais même que celle de l'eau, pourvu que l'action de la lumière intervienne en même temps. C'est une fonction vitale encore plus qu'un fait physique.

Quatre pieds de haricots, observés du 24 au 25 juillet, ont perdu 30 grammes d'eau, de 7 heures du soir à 4 heures du matin : une surface d'eau égale à celle de la terre des pots en aurait perdu dans le même temps environ 27 grammes, et cette terre elle-même n'a pu en perdre que 14 à 15 grammes tout au plus; les feuilles des haricots ont donc dû évaporer pour leur propre compte de 15 à 20 grammes d'eau. Mais les choses sont autrement accentuées dans la période diurne, de 4 heures du matin à 8 heures du soir : la déperdition totale a été de 1 kilog. 269 grammes; or, une surface d'eau équivalente n'aurait perdu, dans ce temps, que 257 grammes; la terre, à peine 100 grammes, et les feuilles 150 à 200 au maximum. « La plante, sous l'action de la lumière et par voie de transpiration, a donc consommé près de 1 kilogramme d'eau. »

Il est constant, dit Marié-Davy, « que le débit moyen des sources en pays cultivés diminue à mesure que la culture fait de nouveaux progrès; aussi voit-on, depuis une trentaine d'années, des ruisseaux disparaître dans l'Eure par l'effet des défrichements et de la suppression de la jachère dans un pays depuis longtemps déboisé. »

Nous avons dans ces exemples, parlé de plantes *cultivées*, mais sans viser les modifications que la culture même imprime au sol; il nous a suffi qu'il s'agît de petits végétaux, et il nous paraît clair que l'effet est le même quand ces petits végétaux sont *spontanés*. Pourquoi donc la colonisation européenne, en Algérie, en Amérique et peut-être ailleurs, s'est-elle habituée à redouter l'exploitation agricole des solitudes à végétation spontanée, de la « prairie », des espaces à broussailles? Ce n'est pas, sans doute, que les petits végétaux n'aient rempli là leur rôle habituel; ils ont certainement dépensé, comme d'habitude, l'eau du sol et celle qui lui vient de l'atmosphère. Mais d'autres conditions interviennent : l'abondance d'eau ne fait pas toute l'insalubrité du sol; il en arrive presque toujours assez, dès qu'il est permis aux débris organiques de s'accumuler et quand les végétaux, comme c'est le cas pour les plantes spontanées, ne troublent pas la fermentation et ne suffisent pas à en utiliser les produits (carbone, azote). De ces deux éléments d'insalubrité du sol, l'eau et les matières putrescibles, l'un peut être plus abondant que l'autre et, si la différence n'est pas trop grande, l'excès de celui-ci semble pouvoir compenser l'insuffisance de celui-là.

Les agronomes de Montsouris démontrent que le blé d'un champ rapportant 30 hectolitres à l'hectare consomme en moyenne, d'avril en juillet, une tranche d'eau de $0^m,212$. Lawes et Gilbert, à Rothamsted, avaient obtenu un résultat presque identique, et E. Risler, de Genève, a trouvé $0^m,256$ pour le chiffre correspondant. Si à cette tranche l'on ajoute l'eau évaporée par le sol d'août en mars, on

arrive à un total peu éloigné du total des pluies qui tombent en année moyenne à Paris. Supposons une culture intensive et avec laquelle la terre, à peine dépouillée de la récolte de céréales, est aussitôt ensemencée de plantes oléagineuses, de navets, ou d'une autre céréale, et réciproquement, ainsi qu'il arrive dans le Nord et le Pas-de Calais, et l'on soupçonnera que l'eau du ciel ne suffit pas à la consommation des plantes, qu'un puissant appel est fait de la surface à l'eau du sol. Avec un autre aspect de l'assainissement par la culture, que nous présenterons tout à l'heure, cette circonstance doit contribuer grandement à diminuer les dangers d'un pays plat, à sous-sol imperméable et, çà et là, d'un très bas niveau.

En effet, cet appel est très réel. L'assèchement de la couche superficielle, occupée par les racines des plantes, met en jeu l'ascension par capillarité de l'eau du sous-sol. Ce phénomène suffit même à rendre humides les couches superficielles du sol quand l'évaporation est faible dans celles-ci; lorsqu'elle est prépondérante, la surface reste sèche malgré l'évaporation capillaire, mais l'eau souterraine tend à diminuer d'autant.

Toutes les observations faites en Angleterre, en Suisse, à Orange, comme à Paris, montrent que l'évaporation du sol cultivé s'élève à 70 ou 80 pour 100 du total des pluies. Une forte proportion de ces pluies tombe dans la saison froide, alors que la végétation a cessé. De la sorte, non seulement la surface, mais les nappes souterraines (et les sources) peuvent en profiter. Si l'automne et l'hiver sont secs, les nappes souterraines ne sauraient emmagasiner de réserves d'eau. Bien plus, il peut arriver qu'à l'été suivant on doive, en faveur des plantes cultivées, emprunter à l'eau du sol sur ses réserves naturelles.

Dans ces conditions, comment veut-on que les impuretés de la surface arrivent à la nappe souterraine? (Voy. page 98.)

L'influence des *forêts* n'est pas tout à fait la même que celle des petits végétaux. Il paraît certain que les masses de grands arbres, comme les hauteurs, sollicitent la précipitation de l'eau des nuages; c'est le résultat des observations de Mathieu (Nancy), Masure (Loiret), Hennig et Griesbach, Fautrat et Sartiaux, auxquelles Dove contredit cependant. Quoi qu'il en soit, les pluies tombent sur le sol boisé moins violemment que sur le sol découvert et il y a moins de chances pour qu'une forte partie de cette eau s'écoule vers les points déclives. Il est clair aussi que l'évaporation de la surface du sol est entravée par la couverture de forêt; la diminution serait de 64 p. 100. Si le sol de la forêt est en outre revêtu d'un feutrage de feuilles et d'herbes mortes, comme il arrive fréquemment, l'évaporation se réduit encore de 22 p. 100. Mais une bonne partie, 26 p. 100 environ, de l'eau tombée en forêt n'arrive pas jusqu'au sol et est évaporée immédiatement sur les feuilles. Finalement, la quantité d'eau qui pénètre dans un sol boisé dépend d'abord de la perméabilité de ce sol. Mais le feutrage superficiel des feuilles en retient une forte proportion. Pour le reste, les racines des grands arbres font l'office de drains verticaux et l'introduisent jusque dans les couches imperméables. Elles s'insinuent dans les fentes des roches, y grossissent et, par leur pression excentrique aussi bien que par l'eau qui les suit, elles contribuent à en opérer la désagrégation.

L'effet de la présence des arbres sur un sol perméable déjà sec, dit Durand-Claye après Belgrand, est de drainer autour de lui le peu d'eau qui

reste dans les couches superficielles et d'y ruiner la végétation ; ce drainage peut, au contraire, être très favorable, si le sol est imperméable, et permettre de vivre aux plantes de petite taille, d'ailleurs protégées par l'ombre des arbres.

D'un autre côté, pendant la phase de végétation, les arbres évaporent énergiquement par leurs feuilles et font appel à l'eau du sol, dans laquelle les racines doivent trouver leur nourriture en dissolution. La quantité évaporée par 1 hectare de forêt est évaluée par Schleiden à dix fois celle qui s'évapore de 1 hectare de terre nue, et Pettenkofer estime qu'elle représente plus de huit fois l'eau tombée sur une surface égale (il s'agissait d'une forêt de chênes). Marié-Davy a fait observer, avec raison, que cette loi ne peut être applicable aux arbres *à feuilles caduques* que pour le temps où ils possèdent des feuilles. Quant aux espèces *à feuilles persistantes*, leur pouvoir d'évaporation peut être plus durable; mais, en général, leurs feuilles sont des aiguilles et, sans doute que leur nutrition sommeille en hiver, bien qu'ils gardent leurs feuilles.

Les forêts assèchent donc le sol en humectant l'atmosphère. Aussi Schwappach a-t-il pu (*Congrès d'hygiène de la Haye*, 1884) formuler cette proposition au sujet du *déboisement :* « Si l'humidité en surabondance n'est plus éloignée par l'action susdite des forêts, le terrain deviendra facilement marécageux. » Mais on comprend moins la suivante : « Le déboisement augmentera et accélérera l'évaporation des eaux tombées sur la surface et entrées dans les couches supérieures du sol et exercera une influence défavorable sur l'abondance et la conservation des sources. » C'est donc qu'il y a des circonstances qui font brèche à la loi première. Peut-être aussi n'en est-il rien, et faut-il donner raison à ceux qui nient que les forêts soient, comme quelques-uns l'ont prétendu, une garantie contre les crues subites et les débordements des fleuves.

L'influence des forêts sur la température du sol a été expressément étudiée par Ebermayer (d'Aschaffenbourg). La température moyenne annuelle, qui décroît de la surface à la profondeur et qui baisse d'un demi-degré de 1 à 4 pieds, est encore plus basse dans le sol boisé ; le degré observé dans la profondeur de celui-ci est généralement de 21 p. 100 plus bas que dans le sol découvert, toutes choses égales d'ailleurs. Au printemps, le sol de la forêt est de 1 et 1/2 degré R. plus froid que le sol des champs; en été, la différence en moins atteint 3°,49 R. ; en automne, elle est encore de 1°,22 ; en hiver, elle est presque nulle. Le maximum de température qui, à toutes les profondeurs, baisse en raison de l'élévation perpendiculaire du lieu au-dessus du niveau de la mer, et se présente plus tard sur la montagne que dans la plaine, ne s'écarte pas autant du maximum dans le sol boisé que dans le sol libre ; c'est le degré représentant la chaleur qui est amoindri, le degré inférieur n'est pas atténué. De sorte que la température moyenne dans le sol de forêt est de 1°,12 R. plus faible que dans le sol découvert. Les oscillations diurnes de la température du sol boisé sont plus faibles que celles du sol libre; à $0^m,60$ de profondeur, elles sont insensibles; leur maximum est en mai. La moyenne des maxima annuels serait abaissée de

5°,2 par rapport au terrain découvert, et la moyenne des minima relevée, un peu comme dans les îles.

Il y a donc certainement, de la part des forêts, des influences *locales* sur le sol. Il est probable que de pareilles influences se font sentir sur l'air, et l'on accepte aisément l'assertion de Schwappach, que la température moyenne annuelle de l'atmosphère s'abaisse dans la forêt et que les extrêmes de température y sont atténués. Nous n'insistons pas sur ce point, parce qu'il ne s'agit pas ici du *climat*. Mais l'on commence à contester beaucoup, aujourd'hui, que ces influences puissent se faire sentir *à distance* et modifier le climat d'une région ou le régime des eaux. Fuster attribuait à ses immènses forêts la rudesse de climat et l'humidité de la Gaule au temps de la conquête de César ; Ch. Bœrsch et Michel Lévy assuraient que la destruction des forêts d'Alsace a rendu les hivers du pays plus rigoureux et les revirements de température plus brusques. Il y a là plutôt des vues de l'esprit que de solides observations. Durand-Claye fait remarquer que le maigre relief des forêts n'est rien auprès des vastes phénomènes qui règlent le climat d'une contrée.

Une donnée plus acceptable, c'est le rôle d'écran contre les effluves palustres, que les forêts remplissent dans des cas donnés, et que de simples rideaux d'arbres peuvent être appelés à remplir.

Il est d'autres éléments encore à déterminer. Dans les régions de fortes pentes et où la neige, en raison de la hauteur, tombe abondamment, s'accumule et, au moment de la fonte, glisse par masses énormes dans le sens de la déclivité du terrain, les arbres si rabougris qu'ils soient, les broussailles et même les herbes les plus humbles sont une précieuse ressource. Ces maigres végétaux ont la puissance du nombre; chacun fait sa part de travail; ils divisent la masse neigeuse, la fixent et, au moment dangereux, ces faibles brindilles se trouvent être capables de retenir l'avalanche. De même, elles fixent le peu de terre végétale qui recouvre les pentes ardues et que l'eau entraînerait à la fonte des neiges ou à la chute des averses. Il y avait autrefois une sorte de ban national sur les bois protecteurs des sommets pyrénéens (*Bédats*) et dans les Alpes de la Suisse et du Tyrol (*Bannwälder*). L'on a oublié, il y a quelques années, la signification de ces traditions antiques; des cultivateurs étourdis ont cru pouvoir gagner un peu de terre arable en défrichant la montagne et l'on a, autre part, laissé les troupeaux *transhumants* ravager sur de vastes espaces l'herbe et la broussaille. Ç'a été simplement un désastre; les spéculateurs ont à peu près ruiné le pays (Surell). Par suite du déboisement, la limite supérieure de toute végétation a graduellement baissé, et la terre végétale elle-même a glissé de la roche à laquelle l'herbe la retenait. Notre département des Basses-Alpes est devenu le moins peuplé de France (20 habitants par kilomètre carré) et celui où la vie moyenne est la plus courte (Bertillon). Hâtons-nous d'ajouter que la réaction et la réparation commencent; on a reconnu, de nos jours, l'origine du mal, et l'on s'efforce d'y remédier par le reboisement méthodique et les mesures de conservation des herbes à l'égard du gaspillage par les troupeaux.

Aussi bien, il se mêlait à ces conséquences, déjà fâcheuses, mais locales,

une question d'intérêt général et qui touche à la conservation de la vie humaine aussi bien qu'à la protection des propriétés. Le déboisement était accusé de favoriser le débordement des rivières et des fleuves, du Rhône en particulier, et rendu responsable de la fréquence des inondations. Belgrand et Marié-Davy ont pensé que la relation ici entrevue n'était pas suffisamment établie; le premier constate « qu'il existe en France des bassins presque entièrement boisés dont les cours d'eau présentent le régime le plus irrégulier; qu'il en existe d'autres, au contraire, presque entièrement déboisés, et dont les cours d'eau ont une régularité d'allures incomparablement plus grande que celle des premiers. » Et, pour Marié-Davy, « la seule utilité réelle du reboisement par les essences à feuilles caduques est de faire obstacle au ravinement des terres, et de rendre productifs des terrains qui ne le sont pas. » Quand nous aurons introduit la réflexion que ce sont précisément les essences toujours vertes (conifères) qui ont été détruites et que l'on cherche à réimplanter sur les montagnes, nous aurons épuisé tous nos arguments dans cette discussion qui, après tout, laisse entièrement debout l'utilité du reboisement des régions élevées, encore qu'il y ait des variantes dans la manière d'envisager les services que les arbres rendent au sol.

c. *Culture.* — En dehors de l'influence des plantes elles-mêmes, qui vient d'être étudiée, la culture est, d'une façon méthodique et continue, une division mécanique de l'écorce terrestre, luttant incessamment contre la compacité du terrain, y introduisant l'air et favorisant l'issue des gaz et des vapeurs de la couche profonde. Elle assure la facilité des échanges gazeux et dispose le sol à emmagasiner la chaleur de l'air extérieur. La charrue s'adresse à l'*humus*, à la *terre arable*, quelles qu'en soient les variétés; il semblerait qu'il dût en résulter tout d'abord une situation éminemment dangereuse, puisque retourner cette croûte superficielle, c'est mettre au jour le foyer des fermentations qui se sont accomplies dans son épaisseur et les germes dangereux qui peuvent y sommeiller. En fait, les premiers cultivateurs des terres vierges courent de grands risques et sont parfois cruellement atteints pour avoir été exposés aux effluves du sol attaqué par les instruments aratoires. Mais, répéter cette opération, c'est troubler régulièrement, d'une façon intermittente, la fermentation organique; c'est en tuer les agents par l'afflux de l'air libre et par la dessiccation; dans tous les cas, c'est empêcher l'accumulation des principes morbigènes qui peuvent en résulter. La conséquence définitive, c'est l'*assainissement du sol.*

Presque toutes les propriétés primitives du sol disparaissent par le fait de la culture ou, tout au moins, tendent à se modifier entièrement de telle sorte que la terre cultivée s'achemine à se ressembler partout, à perdre son originalité, à devenir sinon indifférente, du moins une composition géologique artificielle, à éléments connus et de structure à peu près constante. La surface du sol prend des dispositions dans lesquelles les accidents naturels sont soigneusement combattus ; des pentes convenues se dessinent, des sillons plus ou moins profonds servent à drainer à ciel ouvert la masse en relief. L'équilibre entre les éléments fondamentaux, silice, calcaire, argile, est ouvertement cherché et l'on donne, par les amendements, aux terres mal équilibrées la minéralisation qui leur fait

défaut. Ce que le cultivateur redoute par-dessus tout, c'est la compacité du terrain, et cette affinité singulière pour l'eau des terres argileuses ou marneuses qui fait qu'elles se rétractent et se crevassent pendant les jours de chaleur et de sécheresse, ouvrant aux émanations telluriques des surfaces et des baies de dégagement d'une haute nocivité. Avec la culture, pas d'eau oubliée dans les dépressions sur une couche imperméable; pas de terrain spongieux, indéfiniment imbibé, sur un plan plus ou moins voisin de la surface; pas de plantes parasites au dehors et pas de pullulation des parasites invisibles, à la faveur d'un repos séculaire, au dedans.

La culture, sans doute, ajoute intentionnellement de la matière organique au sol, et offre des détritus animaux à l'infiltration par l'eau des pluies. Mais il y a une différence énorme entre ce dépôt méthodique et celui que réalise la végétation spontanée. Les plantes croissant spontanément prennent leurs substances minérales au sol et empruntent surtout leurs principes organiques à l'atmosphère; à la fin de leur existence, elles tombent sur le sol, et font place à de nouvelles générations de la même famille qui n'utilisent pas les débris organiques de leurs ancêtres et, au contraire, accumulent du terreau. Tandis que les plantes cultivées, destinées pour la plupart (céréales, légumineuses) à incorporer à leurs graines de notables proportions d'azote, absorbent rapidement les produits nitriques que le pouvoir oxydant du sol répand autour de leurs racines. C'est ainsi que l'on peut impunément confier à la terre le fumier des animaux et même les excréments humains (*engrais flamand*, *poudrette*, etc.), et faire tourner au profit de la production alimentaire ces redoutables forces de la fermentation organique. Bien plus, comme la culture assainissait les terres vierges et convertissait en richesses les effluves de la putréfaction des êtres ensevelis, au long des âges, dans le sol livré à lui-même, on s'est avisé de charger systématiquement le sol de l'épuration des résidus organiques des grands groupes humains, en lui livrant ces monceaux de matière putride pour être convertis, la culture aidant, en plantes utiles, puisqu'il n'est pas au pouvoir de l'homme de les détruire et que, même, il aurait tort d'essayer.

Telle est la double et heureuse influence de la culture. D'une part, elle annihile les effets de la décomposition spontanée dans le sol naturel; de l'autre, elle rend inoffensifs les foyers putrides que l'homme crée lui-même, sur un sol modifié et même préparé pour ce but. Elle a assaini les *polders* de Hollande, les plaines algériennes, la *prairie* américaine; et elle sert aux villes à se débarrasser des excréments de leurs habitants, sans danger pour elles-mêmes ni pour les voisins.

Par réciprocité, l'abandon de la culture laisse le sol redevenir l'abri des décompositions et des microorganismes et reprendre les propriétés meurtrières qui en résultent. Léon Colin a montré que la campagne romaine a commencé d'être insalubre quand, après les conquêtes de la république, les habitants du Latium furent nourris des blés de Sicile et d'Afrique et se déshabituèrent de l'agriculture.

d. *Séjour de l'homme.* — C'est la grande et perpétuelle cause de l'arrivée des souillures à la surface et dans la profondeur du sol. Nous l'avons déjà

dit suffisamment pour n'avoir pas à le répéter. Mais c'est le cas de mettre les souillures de cette origine en opposition avec celles que tous les êtres des deux règnes organiques, en dehors de l'homme, imposent aussi au sol. Cette sorte de souillure *spontanée*, presque normale, se rapproche infiniment de l'autre, comme on pense, au point de vue de la nécessité et du mode des transformations ultérieures. Mais, en raison, soit de la nature des déchets, soit de la façon dont l'air et l'eau interviennent, soit pour quelque autre motif, la décomposition ne ressemble pas exactement ici à ce qu'elle est dans le premier cas; les produits diffèrent et peut-être aussi, les agents moteurs.

Or, le véritable *miasme tellurique*, l'agent d'insalubrité qui se forme tout seul dans le sol non habité, la présence de l'homme le fait fuir. Il se peut que ce soit une simple supposition, mais le fait est frappant. L'homme est d'abord maltraité par les influences telluriques; mais, s'il s'implante, ses fléaux à lui prennent la place de celui qui sortait du sol et ne s'y ajoutent que rarement. Dans le noyau très peuplé de la Rome actuelle, il n'y a plus guère de *malaria;* ce sont les affections typhiques qui dominent. En 1865, on établit la gare du chemin de fer dans la région alors insalubre qui entoure les thermes de Dioclétien ; la population s'y pressa bientôt, comme il arrive en pareil cas, et les fièvres d'origine tellurique baissèrent progressiment (L. Colin). De même, l'insistance de la colonisation européenne, en Algérie, a fait une ville prospère de Bouffarik qui, au début, abîma dans la fièvre une ou deux générations de colons.

Si l'on vient à creuser dans un tel sol et à remettre la couche profonde à la surface, il n'est pas rare que l'on retrouve le miasme tellurique spontané. Ainsi, à Paris, dans les travaux de creusement du canal Saint-Martin (1811), des fossés de la fortification (1840), des égouts de la Bièvre (1876).

Il arrive aussi que l'imprégnation malariale du sol soit si puissante, le groupe humain étant d'ailleurs peu dense, que la présence des habitants ne parvienne pas à changer ou à masquer l'influence tellurique. Certaines villes des grandes colonies asiatiques ou américaines restent en proie à la fièvre malariale, tout en persistant et même en prenant de l'importance.

Bibliographie. — Ford (W. H.) : *Soil and Water* (A Treatise on hygiene and public health, edited by Alb. Buck. New-York, 1879. — Ritter (Ch.) : *Influence des forêts sur les nappes liquides et sur la pluie* (Annal. des ponts et chaussées, 1881). — Layet (Alexand.) : *Hygiène et maladies des paysans.* Paris, 1882. — Marié-Davy (L. H. et Ferd.) : *Météorologie appliquée à l'hygiène et à l'agriculture* (Annuaire de Montsouris pour 1884 et 1885). — Schwappach (A.) : *Sur les effets du déboisement dans les climats tempérés de l'Europe* (Compt. rend. et Mémoires du cinquième Congrès internat. d'hygiène. La Haye, 1885).

Consultez. — Schleiden : *Baum und Wald*, 1870. — Ebermayer (E.) : *Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden und seine klimatologische und hygienische Bedeutung.* Aschaffenbourg, 1873. – Reclus (Élisée) : *Géographie universelle.* — Pauly : *Esquisse de climatologie comparée.* Paris, 1873. — Arnould (J.) : *L'hygiène rurale dans ses rapports avec le cantonnement des troupes* (Gazette médicale de Paris, 1876). — Marié-Davy (L. H.) : *Météorologie appliquée à l'agriculture et à l'hygiène* (Annuaires de Montsouris pour 1880 et années suivantes).

III. **Marais et état malarial du sol.** — C'est à dessein que nous amenons à cette place et sous ce titre l'étude des conditions du sol, que les médecins, de temps immémorial, mais sans pousser l'analyse aussi loin que le

font nos contemporains, ont regardées comme la raison d'être de toute une classe d'affections, très homogènes d'ailleurs, désignées sous les noms divers de *fièvres*, *fièvre intermittente*, fièvre *de malaria*, fièvres *pernicieuses*, accidents *palustres*, fièvre *tellurique*. En effet, il ne paraît pas que l'on puisse légitimement rattacher ces influences à l'étude de l'air, qui n'est que le véhicule presque indifférent des principes sortis du sol dans les circonstances que l'on va définir. Et, d'autre part, si l'on peut, en tête de cet article, inscrire le mot *marais*, qui répond aux idées antiques, ce sera surtout une occasion de montrer que l'eau n'est qu'un des agents qui prennent part à une élaboration dangereuse, assez complexe, dont le sol est le réceptacle habituel et à peu près nécessaire. L'air et l'eau sont ici des éléments appelés à jouer un rôle chimique ou physique, sans spécificité. La spécificité n'est pas davantage dans la nature des substances que le sol offre à l'action de ces réactifs. Elle est tout entière dans la nature des agents des phénomènes qui s'ensuivent, agents qui sont, encore une fois, des êtres animés.

On trouve toujours, à l'origine des accidents dits *palustres* ou *telluriques :*

1° Le sol, perméable à la surface et jusqu'à une faible profondeur ;

2° La présence de détritus ayant appartenu au monde vivant et subissant, abrités par les molécules du sol, la fermentation plus ou moins rapide ;

3° L'accès de l'eau jusqu'au foyer où s'accomplissent ces phénomènes et, d'ordinaire, l'immobilisation (*stagnation*) de cette eau, par défaut de pente et par imperméabilité de la couche sous-jacente ;

4° L'accès simultané de l'air, dont l'oxygène participe aux combinaisons nouvelles et qui apporte peut-être les agents de la décomposition organique, en même temps que les oscillations de l'atmosphère tellurique et les échanges gazeux permettent la durée du phénomène ;

5° L'action de la chaleur.

On peut remarquer que ces conditions extérieures, le conflit de l'eau, de l'air, de la chaleur, avec des matières organiques dans le sol, sont essentiellement les mêmes que celles dans lesquelles se mûriraient, suivant l'école de Munich, les germes de la fièvre typhoïde et du choléra. La différence spécifique serait donc constituée par les germes de part et d'autre ; c'est-à-dire que le parasite duquel relèvent les fièvres palustres serait, dans le cas actuel, l'élément caractéristique de la situation. Cependant, en dehors de ce parasite encore mal connu, il est un trait de la préparation malariale du sol qui ne saurait échapper à l'observateur ; à savoir, que les détritus organiques qui, cette fois, alimentent la fermentation sont fournis par la vie commune et universelle, par la spontanéité du sol, si l'on peut dire, et sans que l'homme y soit pour rien.

C'est pour cela que les épidémiologistes français réservent aux fièvres palustres l'épithète de *maladies telluriques*, en la refusant au choléra et surtout à la fièvre typhoïde, beaucoup plus liés aux souillures humaines du sol. C'est pour cela encore que Léon Colin a placé dans le « *sol improductif* », c'est-à-dire livré à sa spontanéité, un foyer de production de l'agent fébrigène aussi puissant que le *marais* proprement dit.

Des marais. — Il n'est pas nécessaire que l'hygiène et l'étiologie élargissent le sens vulgaire du mot *marais*. Nous pouvons en accepter la définition géographique : « un terrain dont la couche superficielle est imbibée d'eau jusqu'à en être amollie et en garder souvent une certaine épaisseur au-dessus d'elle sans renouvellement sensible. » Habituellement, ce lac ou cet étang sans profondeur est envahi par les joncs, les carex, les roseaux, et des arbres, dont les racines se plaisent dans la vase, s'élèvent sur ses bords.

Mode de formation des marais. — La création d'un marais dépend de la façon dont l'eau arrive au terrain et de la manière dont celui-ci se prête à la recevoir et à la garder. La coïncidence de ces deux conditions a lieu *spontanément* ou *artificiellement* et par la volonté même de l'homme, suivant la distinction établie par Vallin.

a. Le sol spongieux des alluvions, naturellement riche en débris organiques et accessible à l'eau, est l'un des plus aptes à la formation des marais; d'autant mieux qu'il se trouve nécessairement à la terminaison des déclivités et là où la nullité des pentes amortit le cours des eaux. Les marais célèbres se trouvent aux deltas de beaucoup de grands fleuves, Nil, Gange, Mississipi, Rhône, Pô. Ils ont d'ordinaire une haute nocuité, en raison de la facilité que le sol meuble des alluvions offre à la vie végétale.

Mais les dépôts alluvionnaires sont formés de l'usure, par les pluies et les neiges, de roches de toute nature, parfois métamorphiques ou cristallines. C'est dire qu'il n'y a pas de sol antipathique en soi à la formation des marais. La désintégration des granites, surtout des granites schisteux, donne lieu, en effet, à la formation de marais d'une nocuité reconnue; le sable ou le gravier, dans lequel l'érosion de la mer convertit les rochers de la côte, et que le flot repousse ensuite sur le rivage, se montre parfaitement doué d'une semblable aptitude. Les sols argileux ou marneux, qui sont vite saturés d'eau, mais retiennent énergiquement ce liquide, se prêtent bien à la constitution des marais; mais il en est de même du sable ou du calcaire à fragments, toutes les fois que ce sol léger est en couches minces reposant sur un fond d'argile ou tout autre stratum imperméable.

L'ubiquité des marais prouve que la nature géologique des terrains n'a pas une extrême importance. Tout ce que l'on peut concéder, de par l'expérience, c'est que la constitution chimique des sols peut influer sur le plus ou moins de malignité du marais. En dehors de la richesse en matières organiques, il paraît démontré que l'abondance des *sulfates* et *carbonates* contribue à en élever les propriétés malfaisantes, sans doute parce que les sels terreux et alcalins jouent un rôle dans le processus chimique des décompositions putrides.

En ce qui concerne la surface, la condition capitale est la *dépression locale* et la *nullité* ou l'*insuffisance des pentes*. C'est là ce qui ouvre la porte à l'afflux des eaux et ce qui leur ferme essentiellement les issues d'évacuation. Cela revient à dire que le rôle de l'eau est le plus important et que celui du sol est secondaire. En effet, l'eau, dès qu'elle peut recouvrir d'une façon durable un terrain à peu près quelconque, y précipite une couche

alluvionnaire dont l'épaisseur s'accroît lentement, mais sûrement ; bouche les pores du sol s'il est poreux ; recouvre de vase, tantôt la roche nue, tantôt la terre cultivée, et, même aux grandes hauteurs, finit par créer des marais. Néanmoins, l'imperméabilité des couches les plus voisines de la surface reste un puissant auxiliaire.

L'eau qui forme des marais peut être celle de la pluie ; pourvu qu'elle soit abondante à une certaine saison ; qu'elle ne s'infiltre pas assez vite et assez profondément ; qu'elle ne s'évapore pas rapidement en entier ; qu'elle ne trouve pas à s'écouler immédiatement vers un cours d'eau. Ce sont des circonstances pareilles qui, à moins d'une grande surveillance, feraient des marais dans les Dombes, lors même que l'industrie humaine ne les eût pas provoqués. L'homme n'a d'ailleurs fait que mettre à profit les dispositions naturelles du terrain. La Dombes est un plateau élevé de plus de 100 mètres au-dessus du niveau du Rhône, à pente tournée vers le nord, argilo-siliceux et presque imperméable ; il a suffi de quelques barrages pour établir une multitude d'étangs, essentiellement alimentés par l'eau du ciel.

D'autres fois, l'eau de la pluie tombe sur une plaine excavée, à sol perméable, traversée par un cours d'eau ; mais la pente est nulle de la plaine vers la rivière, et celle-ci, gonflée elle-même par la précipitation pluviale, contribue d'autant moins à drainer le pays environnant. Bien plus, comme c'est le cas de la part de la Loire, de la Seille, le fleuve lui-même peut déborder et ses eaux gagnent à distance des dépressions dont le fond est notablement plus bas que le bord de la rivière ; elles ne rentrent donc pas, même quand le niveau du fleuve a baissé, et si le sol est argileux, elles stagnent jusqu'à évaporation. La mer, dans les marées hautes ou par le gros temps, fait de même sur les côtes basses de l'Océan et de la Méditerranée ; elle projette par-dessus le bourrelet de gravier (*cordon littoral*) qu'elle s'est fait à elle-même, par-dessus les *barres*, les *flèches*, les dunes, de l'eau que la vague ne ramène pas à l'Océan et qui séjourne désormais dans les dépressions du littoral.

Les barres se forment sous l'influence des courants marins parallèles à la côte ; en rencontrant un fleuve, comme le Rhône, qui charrie du limon, ces courants arrêtent et amoncellent les débris amenés par le fleuve. En arrière de la barre, il reste une nappe sans profondeur ne communiquant plus avec la mer ou ne s'y ouvrant que par la coupure étroite, appelée *grau* dans le Midi.

Les saisons sèches, en mettant à découvert la *queue* des étangs, ou le canal par lequel les étangs, les lacs, certains bras de rivière, communiquent avec l'eau courante, provoquent la formation de marais des plus actifs.

Sur divers points, la déperdition d'*eaux thermo-minérales*, nécessairement riches en sels et quelquefois sulfureuses, a été la raison de l'existence de marais remarquablement offensifs.

b. L'industrie humaine provoque une assez grande variété de marais, à la faveur toutefois des mêmes conditions de sol que celles qui président à la formation du marais spontané. L'exploitation de la tourbe, les briqueteries, les travaux de chemins de fer en terrains plats, sont l'occasion de cavités artificiellement pratiquées dans le sol, *caisses d'emprunt*, parfois dans le but même d'y ménager une retraite à l'eau. Les *routoirs* en eau dormante sont des marais avec une putridité spéciale et provoquée. Les

marais salants accompagnent l'industrie des salines au bord de la mer et les *marais gâts* (ou *gâtés*) la suivent. On appelle *marais mixtes* ceux dans lesquels il y a mélange d'eau douce et d'eau salée ; la richesse de cette dernière en sulfates favorise les réductions par la matière organique (Daniell, Chevreul) ; en outre l'eau de mer tue les organismes d'eau douce (Mélier, Bouchardat), et réciproquement. C'est un aliment de plus aux décompositions.

L'élève du poisson a été la raison de l'entretien des étangs en Dombes et en Sologne. La culture du riz en Piémont, en Camargue, dans l'Inde et l'Indo-Chine, motive ailleurs des marécages systématiques. L'élève de la sangsue, quand la thérapeutique avait encore les allures sanguinaires de l'école physiologique, fut le prétexte de la conservation de quelques marais sur les bords de la Garonne, dans la Meurthe et dans la Nièvre. La canne à sucre, les *oseraies,* font encore créer des marais ou profitent de ceux qui existent.

On a accusé, à tort du reste, les irrigations à l'eau d'égout de constituer des foyers marécageux (Gennevilliers, 1875).

État malarial du sol, sans marais. — Il y a longtemps que l'on a reconnu l'existence d'influences fébrigènes sans marais. C'est pour cela que divers auteurs ont tenté de substituer, à l'étiologie par les effluves palustres, l'action de la chaleur, de l'électricité, de l'ozone (Armand, Eisenmann, Burdel, Durand de Lunel, Pouriau, Bœckel).

Le professeur Aug. Hirsch déclare qu'il est impossible de retrouver les marais sous une forme quelconque dans les points suivants, où il existe cependant des fièvres semblables à celles qu'on nomme palustres :

Le haut plateau de Castille, désert, nu, sans eau, stérile et à physionomie de steppe ; — la plaine de l'Araxe, haut plateau basaltique ; — les terrasses de la Perse et particulièrement le plateau d'Iran, sans aucun cours d'eau et sans pluie ; — les *maremmes* de Toscane, la campagne romaine et les Calabres. A part des alluvions marines et quelques points vraiment marécageux à l'embouchure des cours d'eau sur la côte des Maremmes, la surface du sol est formée de tuf volcanique ou de marne tertiaire, et la contrée extrêmement pauvre en eau, assez stérile ; — les hautes plaines de l'Inde et spécialement celles de Malwa, Chota-Nagpoure et Mysore, où le sol est volcanique ou granitique, et où néanmoins, les médecins anglais observent le *hill-fever*, identique à la fièvre des hauteurs couvertes de jungles et de forêts, comme dans la région des Ghattes (Gibson, Wight, Macdonnell) ; — enfin l'île de Katch (ou Kutch), aux bouches de l'Indus, volcanique et stérile, et divers points montagneux de Ceylan.

Léon Colin a constaté à son tour la parfaite sécheresse de la plaine insalubre qui est l'*Agro romano*, et ne peut que répéter le jugement de Bonstetten : « La campagne même de Rome est si peu marécageuse que je ne connais pas de pays sans police où il y ait si peu d'eau stagnante. » Et c'est justement l'étude attentive de ce sol mal famé qui lui a servi de base pour l'édification de sa doctrine de « l'intoxication tellurique » et non plus « palustre ». Les marais Pontins eux-mêmes possèdent de vrais marécages, mais une bien plus grande étendue de terrain recouvert de végétation spontanée, servant de pâture. Sous Pie VI, la surface submergée avait été réduite de 20,000 à 2,000 hectares.

L'Algérie, comme le faisait remarquer Armand et comme l'a rappelé Pauly, est

moins marécageuse que son ancienne réputation n'eût pu le faire supposer. Ses marais ne sont que des îlots vis-à-vis des immenses territoires secs sur lesquels, néanmoins, le séjour est dangereux à l'homme. Et l'on verra que le transport à grande distance des miasmes fébrifères est des plus hypothétiques. Personnellement, nous avons vu des médecins d'Afrique hésiter à traiter par le sulfate de quinine des soldats qui avaient pris la fièvre en traçant une route au flanc d'une colline. Peut-être bien que les médecins de 1834, que Maillot eut tant de peine à convaincre, n'étaient pas non plus très frappés de l'état palustre de l'Algérie.

Aux États-Unis d'Amérique (Woodward, Charles Smart), l'on connaît également une fièvre de montagne (*mountain-fever*), qui s'observe dans les *prairies* et les grandes terrasses de l'Ouest. Frappés de l'impossibilité de trouver une surface d'eau stagnante ou simplement fangeuse qui pût expliquer, sur ce terrain, une réelle infection de l'air (malaria), les auteurs américains ont néanmoins pensé que le principe de la fièvre est dans le sol, mais qu'il est apporté aux économies par l'eau de boisson ; ils ont même fait, à ce propos, la distinction de la *malarial-fever* et de l'*aquamalarial-fever ;* c'est cette dernière qui est la fièvre de montagne.

On n'a pas manqué d'opposer à l'objection qui ressort de ces faits d'autres faits, dont quelques-uns ont été constatés directement, mais parmi lesquels il en est qui ne sont guère plus qu'une induction.

Nous ne reviendrons pas sur la preuve, donnée par Tommasi-Crudeli, qu'il y a une réelle infiltration et une stagnation d'eau dans le sol des collines romaines (voy. p. 56), malgré la nature volcanique du sol.

Il est certain aussi que, sur divers points où l'humectation fait absolument défaut à la surface, l'eau souterraine est à très peu de distance et peut, avec des conditions convenables de chaleur, de végétation spontanée, alimenter les mêmes organismes et la même décomposition que le sol palustre typique. C'est ce que F. Jacquot, Armieux, ont appelé le *marais souterrain*. On en a signalé en Grèce, en Turquie, en Belgique, dans la *prairie* américaine, les steppes russes.

Il faut probablement attacher une grande importance à l'humectation de la surface par la *rosée*, dans les régions chaudes où il ne pleut pas et qui, naturellement, sont continentales. L'amplitude des oscillations journalières de la température y est considérable ; de telle sorte qu'à un moment donné, l'air y est capable d'une grande quantité de vapeur d'eau et qu'à l'extrême opposé de température, c'est-à-dire pendant la nuit, la rosée, qui a commencé de bonne heure, est extrêmement abondante. Elle suffit, la condensation de la vapeur dans le sol aidant, à entretenir quelque végétation en même temps que les microorganismes qui se chargeront de transformer les débris morts de ces plantes spontanées. Léon Colin a eu soin de noter que des brouillards recouvrent, chaque matin, toute la campagne romaine et même la base des montagnes qui limitent le bassin de Rome. La salubrité des villes bâties sur les monts Albains est en raison directe de leur émergence au-dessus de ce brouillard.

Nous avons déjà fait remarquer qu'il n'est pas de sol, si granitique ou volcanique qu'on le suppose, qui ne s'érode par les agents météoriques et ne finisse par fournir un dépôt meuble, accessible à l'eau. Valéry Meunier

a rapporté cette observation des rochers granitiques d'Espagne. D'ailleurs, il pleut plus sur les hauteurs qu'en pays plat et même, dans les pays chauds, la précipitation nocturne des vapeurs par refroidissement y est plus décidée qu'ailleurs. Or, les contrées, citées comme foyers de malaria sans marais, sont à peu près exclusivement dans les pays chauds.

Dès qu'il y a la terre et l'eau, il y a de la vie et, par conséquent, de la mort. La terre, l'eau, la vie et la mort, entraînent forcément les phénomènes de décomposition exigés pour rendre le sol dangereux. Il le sera si ces phénomènes se sont accomplis pendant des siècles sans que rien vienne les troubler et annuler leur influence; si, surtout, le puissant auxiliaire de la chaleur, dont il sera parlé, vient donner en intensité à ces petits foyers ce qu'ils n'ont pas en étendue.

Persistance des propriétés malariales du sol. — La longue immobilité du sol, l'abandon de la terre à sa spontanéité, telle est la circonstance vraiment grave vis-à-vis des chances d'infection tellurique que peut courir l'homme qui aborde un point du globe où les familles humaines ne sont pas encore concentrées. C'est dans ce sens que nous comprenons que le sol produise la fièvre, quand il ne produit pas des plantes *voulues*, des moissons ou toute autre récolte digne de ce nom, selon la formule de Léon Colin. La vaste expérience de la colonisation moderne hors d'Europe prouve l'uniformité de cette menace et la réalité du péril.

C'est ainsi que le défrichement de la forêt vierge et l'exploitation agricole de la prairie sont si redoutables; que la plaine de la Mitidja dévora les premières générations de colons européens qui la mirent en culture; que nos troupes furent rudement éprouvées, en Algérie, lorsqu'on les appliqua à la création de routes, même sur le flanc des montagnes et non dans le fond des vallées.

La différence entre ces sols vierges et le marais, c'est que l'influence de celui-ci persiste comme lui et que celle des autres disparaît par la culture et l'implantation même des groupes humains. Encore ne disparaît-elle que de la surface, c'est-à-dire de la portion du sol où l'on a brusquement mis fin à l'activité des décompositions et rompu l'accumulation de leurs produits. Si l'on creuse plus profondément dans le terrain assaini et autrefois insalubre, l'influence fébrigène reparaît. C'est ce qui se passa quand on fit les nouvelles fortifications d'Ulm, dans d'anciens marais occupés par la culture; c'est ce que nous observâmes à l'époque de la construction du fort de Saint-Cyr (1875), sur un plateau recouvert chaque année de riches moissons, mais qui, du temps de Louis XIV, était l'étang de Bois-d'Arcis.

Il ne semble pas irrationnel de rattacher à la même loi la longue épidémie palustre qui régna de 1858 à 1869 (Carl Wenzel) sur les ouvriers employés à creuser le port de Jahde, dans ce littoral des bouches de la Weser, où l'homme lutte incessamment contre la vague et où la formation du marais océanique est toujours imminente. Gibert (du Havre) redoutait avec raison, en 1880, que l'exécution du canal de Tancarville, sur la rive droite de la Seine, malgré vingt années de travaux d'assainissement, ne réveillât des manifestations de paludisme.

En effet, si la culture, le drainage, assurent dans la couche superficielle du sol malarial la grande aération, antipathique aux microorganismes fébrigènes (comme c'est à supposer), ils ne changent pas absolument « l'accès *limité* » de l'air (Parkes) dans les couches profondes. Il n'en faut, apparemment, pas davantage pour permettre aux germes de ces organismes de se conserver et de repulluler ensuite, lorsque le travail du terrassier les ramènera à la surface.

Constitution chimique du sol malarial. — Les tendances modernes détournent les esprits de la recherche des propriétés chimiques du sol et de l'air des marais, auxquelles on attachait autrefois tant d'importance. Il est vrai que cette recherche n'a pas été fertile en renseignements décisifs; mais c'est que l'on visait un but trop élevé. On espérait trouver la cause des fièvres malariales dans des objets qui ne peuvent être que des conditions des milieux dans lesquels vit l'agent animé de ces maladies. En reprenant à ce point de vue la constitution chimique du sol et de l'air des points marécageux, nous pensons qu'il peut encore être utile de fixer certains détails d'observation.

1. Les éléments minéraux du sol à malaria ne sont pas absolument caractéristiques. On signale, en effet, les silicates d'alumine, les sulfates alcalins, ceux de chaux et de magnésie, le carbonate de chaux, assez communs partout. Kirk attribue une nocuité particulière aux roches calcaréo-magnésiennes qui ont subi l'action volcanique. Ranald Martin, sans rien affirmer d'ailleurs, a appelé l'attention sur la présence du fer, en quantité notable, dans des terrains justement réputés pour leur insalubrité; ainsi, la terre rouge de Sierra-Leone renferme 38 p. 100 d'oxyde de fer. Pauly, Isidore Pierre, ont fait des remarques analogues. Paul de Gasparin trouve dans divers sols palustres les détails suivants :

		ALTHEN-LES-PALUDS (Vaucluse).	ALLUVION de l'Ardèche.	TERRAIN SALANT (Camargue).	ÉTANG (Orange).
Analyse physique.	Pierres	0.80	»	»	»
	Sables	47.16	84.40	44.60	»
	Argile	52.04	15.60	55.40	»
Analyse chimique.	Acide phosphorique	0.054	0.032	0.032	0.165
	Potasse	0.062	0.190	0.405	0.070
	Soude	»	»	1.440	»
	Chaux	49.46	0.862	17.500	28.655
	Magnésie	0.505	0.871	0.590	0.481
	Sesquioxyde de fer	1.370	5.870	3.915	2.570
	Alumine	0.524	3.258	1.968	1.110
	Eau combinée	0.428	»	1.355	0.850
	Acide carbonique	39.745	8.707	»	22.515
	Matière organique	1.182	»	»	8.125
Partie inattaquable par l'eau régale		6.660	68.60	55.175	34.930

Et Isidore Pierre, dans les vases de l'Orne :

Argile, sable, oxyde de fer avec un peu de phosphate.	57,40 à 61,50 p. 100.
Carbonate de chaux	31,60 à 37,40 —
Matières organiques	3,90 à 6,90 —

2. Les analyses des sols marécageux les plus mal famés ont révélé une

haute proportion de matière organique végétale; la terre des Maremmes de Toscane en possède en moyenne 30 p. 100; un marais de la Trinité en a présenté 35 p. 100 (Parkes). La décomposition, très lente habituellement, des débris végétaux, favorisée par la chaleur et retardée par le froid, aboutit à la formation des acides humique, ulmique, crénique et apocrénique. Kraut et Schweizer ont trouvé, dans l'eau croupissante, des acides gras volatils et en particulier des butyrates. Le terrain noirâtre des tourbières et des bruyères renferme jusqu'à 90 p. 100 de matière organique. La matière organique animale ne saurait faire défaut dans les vases humides qui sont, normalement, à leur surface et dans les premières couches, l'habitat ordinaire d'une foule d'espèces. Mais elle paraît particulièrement abondante dans le sol des marais côtiers. Au bord des estuaires de l'Ems et de la Weser, dans ces marais si intéressants de la Frise allemande, le sol est formé pour une part de débris d'animalcules. D'après les recherches d'Ehrenberg, « la vase des golfes de la Frise consiste, au moins pour une vingtième partie, en débris d'infusoires; dans le port d'Emden, cette vase profonde ou *Schlick* est, pour les trois cinquièmes, formée de ces restes d'animalcules. » (Élisée Reclus.)

3. *Air du sol malarial.* — Comme on pouvait s'y attendre, l'air du sol malarial trahit les décompositions intérieures par une extrême richesse en CO^2, en hydrogène carboné et même en acide sulfhydrique; parfois il s'y joint de l'hydrogène libre, de l'ammoniaque, de l'hydrogène phosphoré. La vapeur d'eau est toujours largement associée à ces gaz.

Personne, du reste, ne pense plus aujourd'hui que ces éléments chimiques puissent être la cause de la fièvre; les agents d'infection ne sont pas volatils. Il faut également renoncer à l'idée que l'air du sol puisse ramener de bas en haut le miasme fébrigène dans l'atmosphère libre; cet air est exactement filtré et pur de germes. Quant à la vapeur, au moment où elle s'élève du sol, ce n'est que de la vapeur (V. p. 93). Mais il ne semble pas douteux qu'il en soit autrement quand elle retombe en brouillards, ces brouillards classiques sur les polders, en Bresse, en Sologne, au pied des collines romaines. Les vésicules du brouillard se forment autour des poussières et rien ne semble plus légitime que de croire que les poussières détachées du sol malarial sont souvent le support de microorganismes fébrigènes. Il est bien probable que la *matière organique* et les débris d'infusoires que l'on constatait autrefois dans l'air des marais, étaient de cette provenance et se précipitaient par ce mécanisme. Vauquelin, en Languedoc (1810-1811), Rigaud de l'Isle, dans les marais Pontins, Moscati (1818) dans les rivières de Lombardie, Meirieu à Montpellier (1829), Thénard, Dupuytren, Brocchi, Boussingault, Gigot (1859), Bechi (1861), Bouchardat (1866), ont fait à cet égard des recherches, des analyses et des théories dont il faut leur savoir un gré infini, parce qu'elles étaient la préparation nécessaire de l'ère contemporaine, mais qui n'ont plus d'autre valeur que celle de documents historiques. L'époque était à la chimie et nous sommes très étonnés aujourd'hui (Vallin) que l'on s'évertuât alors à altérer et à détruire cette matière suspecte, à l'aide des acides ou des bases, sous prétexte de

l'étudier, alors qu'il eût été bien préférable d'en faire l'analyse *anatomique*, comme disait Robin, l'analyse *biologique*, comme on dit aujourd'hui. Il est probable qu'il y avait, dans les récoltes de nos devanciers, beaucoup de spores, de filaments de mucédinées. Meirieu, du moins, expérimenta cette matière sur l'économie vivante.

Microorganismes spécifiques dans le sol malarial. — Dès 1849, Mitchell soupçonnait que l'agent des accidents palustres pouvait être vivant. J. Lemaire, le premier (1864), tenta, par des procédés très primitifs, de le découvrir au milieu des algues, des moisissures, des Schizomycètes, qu'il récoltait de l'air de la Sologne. Salisbury, professeur à Cleveland (Ohio), en 1866, fit grand bruit avec son *Gemiasma*, spore d'une algue voisine des *Palmelles*, que l'auteur retrouvait, parfois à l'état de complet développement, à la surface du sol des marais, des bas-fonds vaseux, et aussi dans la sueur, les urines et l'expectoration des fébricitants. Malgré les adhésions de Hammond, Mossy, Hallier, Schürtz, Balestra, et les opinions voisines de Zürn, Posada Arango, J.-D. Alrey, le succès des Palmelles fut toujours restreint et, dans tous les cas, éphémère. Il en arriva autant de quelques autres végétaux microscopiques, signalés par Safford et Bartlett, par Burgellini, Griffini (1873), Eklund (1878), par Lanzi et Terrigi. Ces deux derniers auteurs ne tardèrent pas à abandonner eux-mêmes leur découverte. Notons, toutefois, qu'ils tentèrent ensuite de substituer à la théorie parasitaire l'étiologie par « un poison cadavérique végétal, procédant de la putréfaction des algues et d'autres plantes ». On est déjà loin des émanations de la flouve et des *charas* (Boudin), du poison sécrété par les infusoires (Bouchardat), et l'on voit s'ouvrir l'ère des *ptomaïnes*.

En 1878, deux savants, l'un Romain, Tommasi Crudeli, l'autre Allemand, Klebs (aujourd'hui à Zurich), qui s'était fait quelque notoriété dans les travaux de bactériologie, s'associèrent pour des recherches sur le microorganisme de la malaria, que le raisonnement et l'observation leur faisaient supposer être dans le sol, ou plutôt à la surface du sol et dans la couche qui peut donner de la poussière. On procéda par ensemencement à l'aide du sol malarial et par des cultures, que la technique d'alors ne permit pas de faire aussi exactes que celles auxquelles on arrive aujourd'hui. Nous ne nous étendrons, d'ailleurs, pas sur des travaux dont les résultats sont actuellement regardés comme illusoires. Les bâtonnets en forme de haltères de Klebs (*Bacillus malariæ*), constatés d'abord dans le sang de fébricitants par Cuboni et Marchiafava, ne tardèrent pas à être vus par les mêmes auteurs, quoique en quantité moins considérable, dans le sang de personnes non atteintes de la maladie. Ziehl les trouva dans la période apyrétique de la fièvre aussi bien que dans le paroxysme et, après les avoir cherchés en vain dans le sang de vingt-cinq individus malades qu'il observa par la suite, les rencontra chez un diabétique. Les accidents provoqués par l'injection de ces bacilles à des animaux n'ont point paru identiques aux véritables accidents palustres. Il en a été de même (A. Laveran) de ceux que Ceci (1882) obtenait au moyen de cultures d'organismes, probablement divers, recueillis en terrain palustre.

C'est en 1880 que Laveran, à Constantine, a observé, dans le sang d'impaludés, les microorganismes qu'il regarde comme les moteurs de la fièvre paludéenne. Pendant longtemps — et cette période n'est peut-être pas encore terminée — on a cru que les formes aperçues par ce savant médecin n'étaient que des modifications pathologiques des globules du sang, à coup sûr très directement intéressés par le parasite malarial, quel qu'il soit. Aujourd'hui, après la description des *plasmodes* dans le sang des impaludés, de Marchiafava et Celli (1883), après les observations conformes à celles de Laveran, faites par Golgi (1886), à Pavie, par Sternberg, Councilman et W. Osler, en Amérique, et surtout après la position qu'a prise Laveran lui-même dans le débat, en acceptant carrément pour ses microorganismes le titre « d'*hématozoaires* du paludisme », il semble que l'étiologie de l'impaludisme tende à prendre une place à part et qu'il se distingue des autres infectieuses, chez lesquelles le parasitisme appartient aux plus infimes degrés du règne végétal.

Nous aurons occasion de revenir sur les caractères de ce parasite malarial. D'ailleurs, les questions de pathogénie ne nous appartiennent pas et nous pouvons d'autant plus aisément arrêter ici cette digression du chapitre *Sol* que, d'après Laveran, « l'eau est bien plus souvent que l'air le véhicule des germes du paludisme ; » ce qui mettrait généralement hors de cause le sol proprement dit.

Auxiliaires du sol malarial. — *a.* La *température moyenne* des lieux, ou à la rigueur la température moyennne *estivale*, est décisive vis-à-vis des manifestations paludiques ; c'est-à-dire que les lignes *isothermes* règlent assez bien la distribution de la malaria à la surface du globe. Dans notre continent, il n'y a plus de sol malarial au-dessus de 60° latitude N. ; dans le nouveau, la limite s'abaisse au 45e degré (moyenne annuelle, 4 à 5 degrés ; moyenne de l'été 16 degrés). Le tableau ci-dessous, emprunté à Hirsch, précise ses limites pour l'hémisphère Nord :

	LATITUDE.	TEMPÉRATURE MOYENNE	
Les fièvres de marais se rencontrent encore :		ANNUELLE.	ESTIVALE.
à Fort Vancouver (Orégon)	45° 40′	11° 5′	18° 7′
Québec (Canada)	46.5	3.0	17.5
Kingston (Canada)	44.8	6.7	19.8
Halifax (Nouvelle-Bretagne)	44.36	7.4	19.9
Toronto (Canada)	43.39	5.95	18.3
Gestricie (Suède)	60.12	6.9	16.0
Saint-Pétersbourg	59.56	4.7	16.1
Barnaul (Sibérie)	53.19	—0.5	17.6
Elles ne se rencontrent plus :			
à Fort Brady (Michigan)	46.30	4.65	16.6
Fort Makinack (id.)	45.31	4.80	16.6
Fort Kent (Maine)	47.15	2.7	15.2
Islande	64.0	4.12	13.1
Feroë	62.0	?	10.0

Sous la même influence, mais à un autre point de vue, les manifestations de l'intoxication tellurique sont des fièvres tierces ou quotidiennes en Hollande, dans la Bresse, des fièvres rémittentes ou continues en Algérie, continues bilieuses, hématuriques au Sénégal. Elles n'apparaissent que dans la saison chaude de nos pays tempérés et disparaissent en hiver. Dans les régions de haute thermalité, elles croissent en fréquence et en gravité, sur un même terrain, à mesure que la saison chaude s'avance et se prononce (3e trimestre : Mayotte, moyenne thermique 24°.8; Sénégal, 26°.7; Antilles, 27°.13; Guyane, 28°.3).Bien plus, les accidents les plus graves suivent la saison des chaleurs plus qu'ils ne l'accompagnent; c'est en octobre que l'Algérie a ses fièvres les plus malignes et les cas les plus accentués d'imprégnation malariale; comme si les hommes récoltaient en automne les fruits des germes que l'été a fait éclore, fleurir et mûrir.

b. L'altitude, qui, au point de vue du climat, équivaut parfois à la latitude, est incompatible avec les influences malariales, au point de vue *absolu*, quand elle abaisse la température moyenne du lieu à 4 ou 5 degrés. En Europe, les marais situés à 800 ou 1,000 mètres au-dessus du niveau de la mer, et même à 2,000 mètres dans les Pyrénées, sont encore dangereux; ils le sont à plus de 2,000 mètres au Mexique et à 3,600 mètres au Pérou (Tschudi).

Relativement, c'est-à-dire sous le rapport de la hauteur au-dessus du foyer, les observations de Monfalcon, de Parkes, de Léon Colin, ont prouvé qu'on n'est à l'abri, en Italie, qu'à la hauteur d'environ 500 mètres et que, dans l'Inde, il faut pousser cette altitude relative à 600 ou 800 mètres.

Mais nous touchons là à une question qui se retrouvera plus loin, celle du *transport des germes à distance par l'air.*

c. L'abondance et la distribution saisonnière des *précipitations atmosphériques* ont une influence de premier ordre sur la production et la prospérité du principe fébrigène malarial. D'une façon absolue, il faut de l'humidité au sol pour qu'il soit capable de devenir le foyer des fermentations malariales; la pluie apporte d'abord cette humidité nécessaire. Mais si les pluies sont continues, ou très abondantes à un moment donné, l'eau peut être en excès, recouvrir le sol jusqu'à une certaine hauteur; et l'expérience a démontré que le principe malarial ne prospère pas sous une couche aqueuse un peu épaisse; il ne se trouve pas mieux de la submersion que de la dessiccation. Les circonstances les plus favorables sont des pluies d'hiver généreuses, suivies de sécheresse en été et jusqu'à l'automne : c'est ce qui arrive le plus fréquemment en Algérie. Si les hivers sont secs, l'endémo-épidémie malariale n'est point sévère dans notre colonie. A la suite des sécheresses de 1866 et 1867, qui devaient engendrer la famine et le typhus algérien de 1868, les fièvres d'été et d'automne furent relativement rares et presque toujours bénignes. L'hiver et le printemps de 1868 furent marqués par une grande abondance d'eau météorique; les fièvres de 1868, en été et en automne, reprirent l'extrême fréquence et la malignité qui avaient frappé les premiers observateurs.

Dans nos pays tempérés, quelques jours d'une pluie abondante, en été

ou en automne, peuvent couper court à une épidémie de fièvres telluriques: le sol malarial est noyé pour un temps durable. Dans les pays chauds, il en est tout autrement; les averses d'été n'arrivent point à couvrir un sol déjà profondément sec ; l'eau en est d'ailleurs rapidement évaporée, s'il en reste à la surface. Ces averses ne font, habituellement, que donner un surcroît d'activité aux phénomènes de vie dans la couche superficielle et assurer une plus grande intensité des manifestations malariales. On observe le fait en Algérie. Il est plus frappant encore au Sénégal : Borius, Bérenger-Féraud, remarquent avec insistance que, le sol étant parfaitement sec et les fièvres absentes pendant la saison sèche, les premières pluies de l'*hivernage*, en juin, qui ne mouillent que la poussière, font apparaître la fièvre après vingt-quatre ou quarante-huit heures ; en plein hivernage, c'est-à-dire dans la période d'inondation, l'insalubrité des premiers jours se modère ; puis, elle redouble en septembre et octobre, c'est-à-dire quand les pluies s'arrêtent et que les chaleurs terminales de l'hivernage viennent dessécher les *marigots* créés par l'eau de la pluie.

On retrouve aisément, dans ces circonstances, la raison de la distinction autrefois classique et rappelée par Vallin : des marais *couverts*, *découverts* et *alternatifs*.

e. Les marais recouverts de végétation sont moins offensifs que les marais nus ; planter des arbres ou des légumes est même un moyen d'assainir les marais. Mais encore faut-il que les plantes aient été choisies par l'homme et que la végétation soit méthodiquement dirigée. Au fond, l'effet d'assainissement est lié au remaniement du sol plus qu'à la présence des arbres. La forêt vierge, les jungles, les hauts herbages n'empêchent pas le sol d'être malarial. Il en est de nombreux exemples dans toutes les parties du monde. La vaste zone du Teraï, au pied de l'Himalaya, l'une des plus meurtrières aux humains, est précisément recouverte d'arbres, de lianes et de broussailles.

f. Il y a des *influences de localité*, mal expliquées jusqu'aujourd'hui. Divers points du globe présentent en apparence toutes les conditions nécessaires à la constitution d'un sol malarial ou même de marais véritables, sans que néanmoins l'action funeste des émanations d'un tel sol sur l'homme se fasse sentir. Tel est le plateau des *Parécis*, à 305 mètres d'altitude, où se fait le partage des eaux de l'Amazone et du Paraguay, avec des pentes si faibles que l'on voit pendant quelque temps le Rio Alègre (du bassin de l'Amazone) couler à 3 mètres du Rio Aguapey (appartenant au bassin du Paraguay). Telle est, du reste, presque toute la région pampéenne. Taïti, la Nouvelle-Calédonie, la plupart des îles de la Polynésie, partagent cet heureux privilège. Boudin relevait cette circonstance et tendait à en faire un caractère général aux terres de l'hémisphère sud. Les marais du Brésil et du Pérou, très délétères, prouvent bien qu'il ne s'agit pas ici d'une semblable règle. J. Girard crut pouvoir noter, comme circonstance importante, que les îles à marais inoffensifs, comme Taïti et la Nouvelle-Calédonie, sont entourées de coraux vivants, tandis que les Antilles, très insalubres, le sont de coraux morts. Mais que dire de la plaine des

pampas? Pauly en attribue la salubrité à une ventilation sans obstacle par des courants énergiques.

Pommay adopte cette explication pour les marais inoffensifs des hauts plateaux du Sud Oranais. Je ne sais si l'on pourrait appliquer la même théorie à la rareté des fièvres sur divers points de l'Amérique du Nord et de l'Inde, cités par Hirsch (d'après King à Monterey, Head dans le Minnesota, Wortabel en Syrie, Annesley dans la présidence de Madras), et qui ont extérieurement toutes les apparences du sol malarial. Est-ce aussi pour cette raison que les bords des grands lacs américains, de 43° à 46° de latitude nord, sont inoffensifs?

g. Quelques autres faits de même ordre sont restés sans explication. Ainsi, la différence d'intensité des épidémies d'une année à l'autre, ou même des excerbations de l'endémie, en un même lieu, dans des circonstances climatériques sensiblement identiques pendant une série d'années (L. Volz). Ainsi encore, les manifestations pandémiques de la malaria, signalées par Hirsch, apparaissant par longues périodes irrégulières, quoique chaque année ramène à peu près les mêmes phénomènes météoriques, et gagnant des zones territoriales qui, habituellement, ne se montrent pas favorables au développement de la maladie. On a même fait remarquer que la Suède et la Norwège ne prennent leur part de l'extension pandémique qu'un an ou deux après l'Europe centrale, comme s'il s'agissait d'un transport réel d'un agent morbigène, à la façon dont on voit le choléra venir de l'Asie vers l'Europe par étapes successives et ne pénétrer en Occident qu'un temps notable après la recrudescence dans l'Inde, qui a été son point de départ.

Répartition géographique du sol malaria.I — Nous indiquerons rapidement les points qui se sont acquis une fâcheuse notoriété sous ce rapport.

Asie. — Toutes les côtes basses de la Méditerrannée, de la mer Noire, de la mer Caspienne; les terres historiques de la Troade et de la Palestine; la Mésopotamie et surtout la région comprise entre le Tigre et l'Euphrate; les bords des lacs d'Arménie et de Perse; en Arabie, les environs de Médine et les côtes du golfe Persique; plusieurs points de l'Afghanistan; dans l'Inde, le pied des pentes méridionales de l'Himalaya, les bouches de l'Indus, la plaine et le Delta du Gange, les régions des jungles et des rizières, Ceylan; la Cochinchine, l'Annam, le Tonkin, les côtes Sud et Sud-Est de la Chine.

Afrique. — Toute la côte septentrionale jusqu'à l'Atlas; quelques rares points dans la zone des oasis; la région des *Chotts;* le Delta du Nil et ses rives sur presque tout son parcours en Egypte et en Nubie, de Kartoum à Gondokoro; les bords des grands lacs de l'intérieur, N'Gami, Nyanza, Tangagnyka, Tschad; la côte occidentale, du Sénégal au golfe de Guinée. C'est là qu'on voit ces fièvres à manifestations bilieuses et hémorrhagiques, qui rappellent si fort la fièvre jaune· Madagascar, Nossi-Bé, n'ont pas une renommée meilleure.

Amérique. — Il y a des marécages, mais pas de fièvre, dans la Nouvelle-Angleterre, le Bas-Canada, les rives de la baie d'Hudson, le Groenland et l'Amérique Russe. La fièvre commence à se montrer sur les rives des lacs Huron, Sainte-Claire, Erié, Ontario, et sur le versant ouest des montagnes Rocheuses, à l'embouchure de la Colombia. Sur le versant Atlantique, elle règne à partir de Kingston et

d'Halifax. On cite, à cet égard, le littoral de la Caroline du Nord, la Pensylvanie, New-Jersey, la « *prairie* », c'est-à-dire l'espace immense de terre végétale qui s'étend des bords du Missouri au pied des monts Alleghany, à travers les États de Missouri, Iowa, Minesota, Wisconsin, Michigan, Illinois, Indiana, Ohio; la partie ouest du Kentucky et surtout les bords du golfe du Mexique (Floride, Géorgie, Alabama, Louisiane, Texas, bords du Mississipi, du Rio Colorado, du Rio del Norte, etc); la côte mexicaine et quelques points des hauts plateaux; les États de Centre-Amérique, spécialement sur le versant oriental. La côte du Pacifique a des marais, redoutables en Californie, mais à peu près inoffensifs à partir de Centre-Amérique jusques et y compris le Chili. Les Antilles sont affligées d'un littoral marécageux et traitent rudement les Européens; la sinistre réputation des Guyanes et de leurs *prispris* n'est que trop méritée. L'état marécageux du sol est commun au Brésil (fleuve des Amazones), au Pérou et dans l'immense plaine des pampas; cependant, l'influence malariale, à ce que l'on assure, y est peu apparente ou nulle.

Océanie. — Les grandes îles asiatiques, Sumatra, Java, Bornéo, les Célèbes, les Philippines, ont des côtes basses, des barres et des atterrissement à l'embouchure des fleuves, des jungles et des palétuviers. Elles reflètent la haute insalubrité de l'Inde et de l'Indo-Chine. Batavia est « le cimetière des Hollandais ». En revanche, les deltas marécageux, les côtes fangeuses, les terres vierges de Taïti, de la Nouvelle-Calédonie, des Sandwich, de la Tasmanie et de la partie sud du continent australien, ont une réputation d'innocuité qui aurait peut-être besoin d'être confirmée (Voy. p. 126).

Europe. — L'Europe septentrionale, la Scandinavie, le Danemark, la Russie, la Pologne, possèdent beaucoup de lacs et de véritables marais, que la moyenne thermique de ces contrées empêche d'être très dangereux. Toute la côte allemande de la Baltique et de la mer du Nord; les rives hollandaise, belge et même française de cette dernière sont des terrains plats, très déprimés, où la terre et l'eau sont en perpétuel conflit; la Vistule, l'Oder, l'Elbe, la Weser, l'Ems, le Rhin, la Meuse, l'Escaut, se divisent dans la dernière partie de leur cours et forment des deltas, des barres, des flèches. La Sprée et la Havel, aux environs de Berlin, sont une série de lacs réunis par un filet d'eau. Les tourbières abondent dans l'Allemagne du Nord et l'on y voit des îles flottantes. La lande de Lunebourg (*Lüneburger Heide*), les marécages de Brook (Hambourg), les marécages du Hanovre (*Bourtanger Moor*) sont bien connus. L'impaludisme y existe, mais n'est cependant pas très sévère.

Les rives du Danube et de ses affluents, l'Isar, la Tisza, la Save, la Drave, la Morawa, qui débordent au loin, constituent une assez large zone de marais en Bavière et en Autriche. La « *plaine de Hongrie* » ressemble aux Landes françaises. En Bohême, le cours supérieur de la Moldau traverse des tourbières (*Filze*) entremêlées d'étangs et de deux ou trois cents petits lacs.

La Hollande serait le pays le plus malarial du monde, si elle n'était, selon l'expression justement admirative de Monfalcon, la plus belle conquête du génie humain sur les eaux de la mer. Elle a les tourbières, les prairies tremblantes, les îles voyageuses, les plages vaseuses; mais elle a fait les « polders », desséché les lacs et élevé les digues qui font passer l'Océan du rôle d'ennemi à celui de protecteur. On se souvient des désastres éprouvés par l'armée anglaise à Walcheren. Les provinces d'Utrecht, de Nord-Hollande et de Sud-Hollande, quoique très peuplées, sont toujours très insalubres.

En Belgique, le littoral des Flandres continue la Hollande, avec ses digues, ses

vases submergées. De plus, on y trouve les landes de la « Campine » et les *fagnes* des vallées profondes des Ardennes.

L'Angleterre compte : les bruyères de Beaulieu, au sud de Southampton ; les *Romney-marsh*, les bords de la Tamise, les *Fens* ou Tourbes, dans le comté de Lincoln. En Écosse, les *lochs* et les *moors* sont communs, mais n'ont pas d'influence malariale bien prononcée. Il en est de même des landes et tourbières d'Irlande (*bogs*).

L'action malariale du sol est autrement expressive dans l'Europe méridionale : aux bouches du Danube et dans la Dobrudscha ; en Bulgarie, en Albanie, à Corfou, dans la Morée, où les médecins français de l'expédition de 1828 ont retrouvé les accidents décrits par Hippocrate, il y a deux mille ans. Les Grecs modernes ne paraissent pas se soucier à un degré suffisant d'entretenir le drainage des *kephalarias* et des *katavothres,* qui procuraient une certaine sécurité à leurs ancêtres des temps héroïques.

L'Italie est, en Europe, la terre classique du méphitisme malarial sous tous ses aspects. En Lombardie et en Piémont, il est assuré par les rizières, par les débordements du Pô et de l'Adige. Les *lagunes* de l'Adriatique sont insalubres lorsqu'elles ne communiquent pas librement avec la mer. Dans la basse Toscane, entre Piombino et Ortebello, s'étend la *Maremme*, où l'air est pestilentiel jusqu'à 300 mètres d'altitude. L'*Agro Romano*, plus de 200,000 hectares, est le domaine classique de la malaria, avec les *marais Pontins* entre Porto d'Anzio et Terracine. La Pouille, la Basilicate, les Calabres, sont dévorées par la fièvre. On retrouve une autre maremme sur le versant de l'Adriatique entre Manfredonia et la bouche de l'Ofanto. La Sicile et la Sardaigne sont coupées d'étangs et de marécages, sans parler des vallées fluviales, où les exhalaisons palustres sont mortelles dans la saison chaude.

Les maremmes d'Espagne (*marismas*) sont aux bouches du Guadalquivir. Les steppes de Castille et d'Andalousie, les environs de Huelva, ceux de Gibraltar, la côte de Valence, rivalisent avec elles d'insalubrité. En Portugal, de l'embouchure du Minho au cap Carvoeiro, s'étend une plage qui ressemble aux Landes françaises entre l'estuaire de la Garonne et la base des Pyrénées.

France. — A l'estimation de Vallin (1875), il y avait encore, en France, plus de 500.000 hectares (la surface d'un département) de marais non assainis. Les deux tiers sont sur le littoral (Charente-Inférieure, Loire-Inférieure, Bouches-du-Rhône, Landes, Manche, Gironde, Vendée, Somme, Pas-de-Calais, Morbihan, Finistère, etc.).

Le littoral du Nord et du Pas-de-Calais possède ce curieux pays des *Wateringues* et *Watergands*, 70.000 hectares de polders, enrichis par la culture maraichère, mais toujours menaçants et parfois réellement offensifs, pour peu que l'on néglige les canaux d'assèchement ou que les inondations aient été exagérées. A vrai dire, le soleil de la région ne donne pas une extrême activité aux effluves marécageux : les fossés des alentours de Lille, les rivières occupées par le rouissage, les tourbières de la Somme et du Pas-de-Calais, ne se sont pas fait, à cet égard, de réputation fâcheuse.

La Seine entretient, à son embouchure, le *marais Vernier*. Les prairies basses de la Normandie, les marais de Carentan, les tourbières du Cotentin, les bords fangeux des rivières du Calvados, sont presque entièrement assainis par la culture. Les marais de Dol (Ille-et-Vilaine) sont un terrain fertile plutôt que dangereux. Le Finistère et le Morbihan gardent encore des marais et des landes, avec des populations trop pauvres pour les assainir.

Sur les deux rives de la Loire, qui achève la formation géologique du pays, on trouve des dépressions correspondant aux anciens golfes et aux lacs salés, que les alluvions comblent peu à peu. Les marais de Saint-Gildas, de Donges, de Montoir, de Machecoul, en partie desséchés de notre temps, en marquent la trace. Au nord de Saint-Nazaire, la *Grande-Brière* est un vaste marais à tourbe, traversé par l'Etier de Méan et entouré à distance d'autres « brières » moins importantes. Les Briérons en retirent chaque année plus de 20.000 tonnes de tourbe. Sur la rive gauche, au sud-ouest de Nantes, le lac de *Grand-Lieu* représente une petite mer de Harlem. Paimbœuf est bâtie dans le voisinage immédiat de nombreux marais. Le *Bocage* et le *Marais* vendéen sont aujourd'hui bien modifiés par le drainage et la culture.

De la Seudre à l'estuaire de la Loire, la côte est bordée de salines, où l'eau de mer est promenée de compartiments en compartiments, jusqu'à ce qu'elle dépose le sel (Élisée Reclus). Mais, en raison de la difficulté du travail et pour d'autres causes encore, les marais salants sont abandonnés les uns après les autres et se changent en *marais gâts*, c'est-à-dire gâtés pour la production du sel. Quand l'eau douce venue de l'intérieur se mêle à l'eau saline, l'air s'y empoisonne et les populations du voisinage sont décimées. Les districts de Rochefort et de Marennes, où pendant longtemps on commettait cette faute d'abandonner les marais salés et de permettre le mélange des eaux, avaient autrefois énormément à souffrir des fièvres endémiques : les bourgs et les villages se dépeuplaient; Brouage, entourée de remparts et de bastions, devenait un misérable hameau. En 1830, la mortalité à Marennes approchait de 48 pour 1.000 habitants. Aujourd'hui, tout ce pays s'est bien assaini, et la région de Marennes spécialement, grâce aux efforts de Le Terme, ne perdait, dans la période de 1866 à 1876 que 27 habitants sur 1.000, pas beaucoup plus que la moyenne en France. Néanmoins, les *polders* de la rive poitevine, de Luçon à Marans et même plus au sud, influencent encore l'aspect de la pathologie dans les villes de Marans, la Rochelle, Jarnac, Rochefort, Jonzac, Marennes. Cette influence s'étend le long de la Sèvre jusqu'à Niort.

De l'embouchure de la Gironde à celle de l'Adour, les dunes de la rive séparent de la mer une série d'étangs ou lacs salés. En arrière de ceux-ci, le terrain, très plat, est formé de ce sol singulier, l'*alios*, dont il a été question plus haut (p. 21). Cette région a été l'une des plus malheureuses de France. De nos jours, le fixation des dunes par les plantations de pins maritimes, les aunes occupant les mares, la mise en culture de la *lanne* (ou lande) elle-même par la substitution du pin maritime et du chêne-liège aux ajoncs, genêts et carex, les fossés d'écoulement (*crastes*) creusés dans l'alios, les puits d'absorption, ont puissamment modifié, assaini et même enrichi la terre des Landescots, qui perdent peu à peu l'habitude de le locomotion sur des échasses. Des procédés du même genre sont en voie de faire disparaître du Médoc les fièvres *médoquines*, la cachexie héréditaire et la pellagre.

Le département des Basses-Pyrénées n'a pas plus d'un millier d'hectares de marais. Celui de Pont-Long influence encore les communes voisines.

L'état du sol, sur le littoral méditerranéen, de Perpignan et Agde jusqu'à la branche orientale du Rhône, contraste singulièrement avec les côtes situées à l'est du fleuve. Celles-ci sont rocheuses, élevées, baignées d'eaux profondes; les populations y prospèrent. Au contraire, du côté de Montpellier, la côte est plate, indécise, encore en formation géologique par les alluvions du Rhône et les barres que dessinent les courants de l'ouest à l'est; la terre y est entrecoupée

d'étangs de peu de profondeur et plus ou moins renouvelés par l'eau de mer selon que les *graux* sont plus ou moins libres. D'ailleurs, le *canal des Étangs*, mal entretenu, et l'industrie des salines chez les habitants, augmentent l'insalubrité de ces cantons. On se souviendra que le danger des émanations telluriques est assuré ici par les ardeurs d'un soleil vraiment africain. Ainsi s'explique l'état pitoyable de la population des communes de Vic, Capestang, Villeneuve-lez-Maguelonne, Mireval, Vias; tandis que Balaruc, Bouzigue, Mèze, Marseillan, sur les bords de l'étang de Thau, suffisamment profond et accessible au flot marin, ont une mortalité à peine supérieure à la moyenne de la France.

Dans l'île de la Camargue, se trouvent le marais de Valcarès et les *rozelières*. L'établissement de rizières dans les parties les plus marécageuses de l'île, dit Vallin, a plutôt augmenté que diminué l'insalubrité du sol. Le canal de Beaucaire à Aigues-Mortes traverse une série de marais, qui prolongent et étendent à l'ouest ces conditions d'air malarial.

Nos garnisons du littoral méditerranéen (XV[e] et XVI[e] corps) sont très éprouvées par les fièvres intermittentes de toutes formes. Chose remarquable, elles le sont aussi, à un haut degré, par la fièvre typhoïde.

La Corse a des marais dans les découpures profondes du sol, sur la côte orientale particulièrement, et ailleurs l'état inculte des espaces à *maquis*. Les manifestations aiguës de l'impaludisme sont communes dans plusieurs de ses cantons. Les insulaires des régions malsaines ne descendent dans la vallée que pour la culture et les moissons ; leur habitation est dans la montagne.

En rentrant sur le continent français, nous trouvons encore dans notre Midi les terres sur lesquelles les débordements de la Durance répandent l'insalubrité ; les marais de la Sorgues, issue de la fontaine de Vaucluse, le *palus de Monteux*, sur la rive gauche du Rhône ; les *marais de Bourgoin*, dans l'Isère ; la *plaine du Forez* et ses étangs, où Monfalcon observa les étangs à poisson du département de l'Allier.

La Bresse, et spécialement la portion qui porte le nom de Dombes, s'est acquis, avec la Sologne, dont il va être parlé, une sorte d'illustration lugubre dans les fastes de l'impaludisme. La Bresse, selon les géologues, est le fond d'un ancien lac. Au nord, les eaux sont épuisées et le pays est salubre. Mais, dans la région argileuse du sud, les étangs sont encore nombreux ; c'est *la Dombes*. Ces étangs sont précisément les restes de l'ancien lac; le pays était en culture avant les guerres du moyen âge; mais, à cette époque, les paysans ruinés par le passage des gens de guerre profitèrent de la pente naturelle du sol et des dépressions pour mettre leur propriété sous l'eau, à l'aide de barrages en arrière desquels l'eau se collectionne, à la faveur de l'imperméabilité des couches prochaines. L'étang, exploité pour l'élève du poisson pendant deux ans, était vidé la troisième année et ensemencé d'une céréale médiocre, de seigle ou d'avoine le plus ordinairement. Mais la misère régna partout et la fièvre décima les habitants des villages. De 1802 à 1842, la vie moyenne en Dombes n'excédait pas vingt-quatre ans. Les choses, heureusement, ont bien changé depuis le milieu de ce siècle ; on a traversé d'un chemin de fer et reconquis, à l'aide d'engrais et d'amendements, plus de la moitié de ces 200,000 hectares, alternativement noyés et asséchés ; on y cultive aujourd'hui le blé et même la vigne, car la Dombes n'est pas une plaine basse et creuse, mais un plateau assez élevé, d'une inclinaison uniforme vers le nord-ouest, que trahit nettement la direction constante de tous les étangs (Voy. fig. 4).

Notre Nord-Est a peu de marais. Ancelon avait fait autrefois une réputation fâcheuse, d'ailleurs méritée, aux bords de la Seille, depuis l'étang de *Lindre* jus-

qu'en aval de Château-Salins, comme les médecins de Strasbourg avaient signalé les influences des débordements et des bras morts du Rhin. Le pays arrosé par la Seille appartient à cette assise du trias où se trouve le sel gemme; les flaques d'eau à la surface deviennent aisément saumâtres et les prairies y renfer-

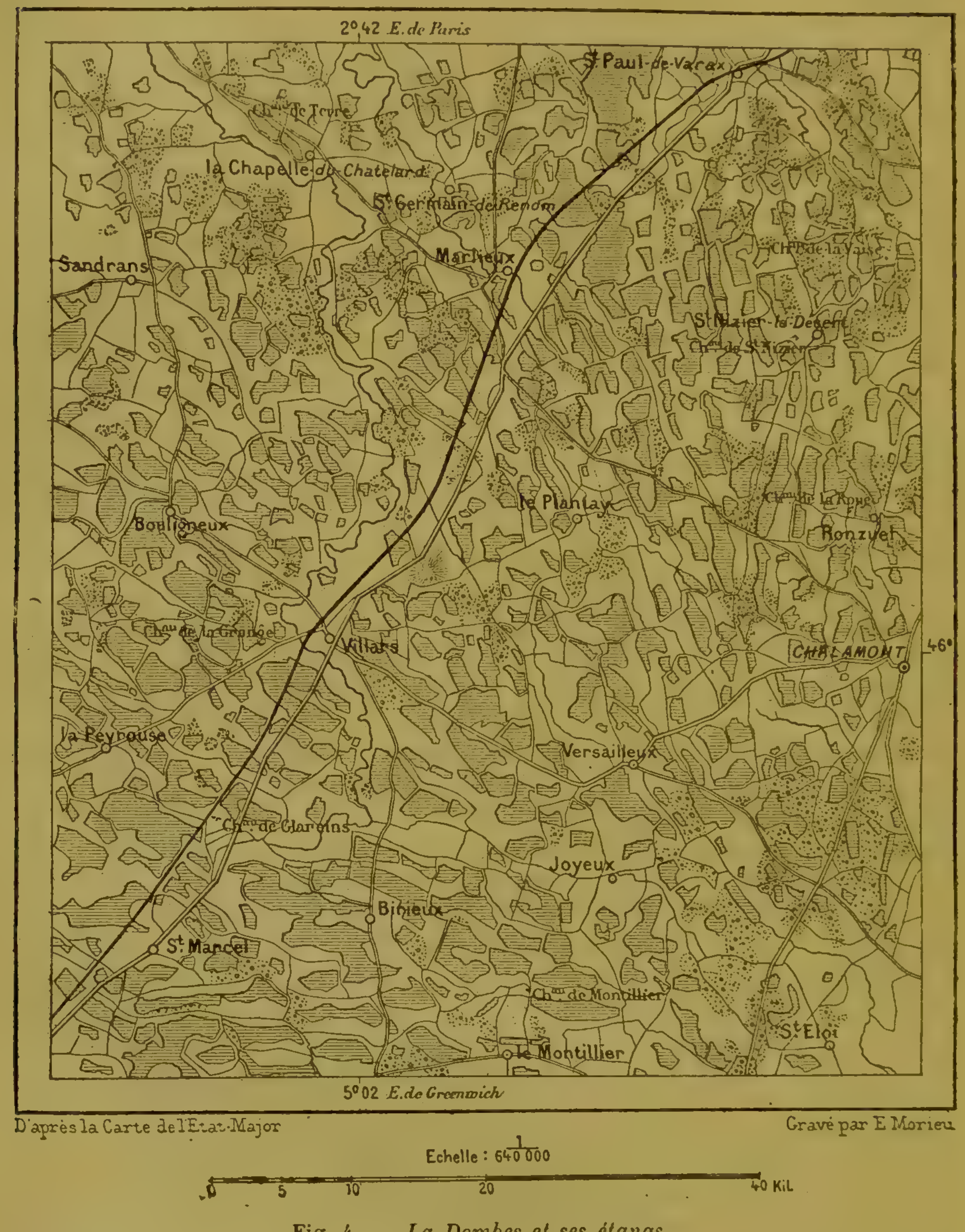


Fig. 4. — *La Dombes et ses étangs.*

ment çà et là des plantes familières aux plages marines. D'ailleurs la rivière déborde à tout propos et, comme ses bords sont souvent plus élevés que la plaine environnante, l'eau ne rentre pas, et l'inondation dure longtemps. Ces diverses circonstances et surtout la salure du sol ont pu contribuer à donner aux fièvres de la contrée une malignité particulière. Aujourd'hui, le lit de la Seille est l'objet

de fréquents curages, et des fossés profonds, perpendiculaires au courant, y recueillent les eaux des prairies inondées ; la vallée est devenue beaucoup moins insalubre que par le passé.

Le nord du département des Ardennes continue les Ardennes belges et, sur le plateau arrosé par la Meuse et la Semoy, l'on retrouve les landes et marais appelés *fagnes* dans le pays.

A l'ouest de Versailles, Seine-et-Oise a les étangs en eau ou cultivés de Bois-d'Arcis, de Saint-Quentin. L'Oise, l'Orne, Eure-et-Loir, Seine-et-Marne, la Vienne, la Haute-Vienne, ont des marais de peu d'étendue et sans grande notoriété.

Il n'en est pas de même de cette vaste région du Centre, appelée la *Sologne* et la *Brenne*.

La Sologne s'est faite à peu près comme la Dombes. Autrefois, de vastes forêts y buvaient l'eau dont les dépressions du sol favorisent les collections. La guerre, le pillage, le déboisement, passèrent par là ; les nombreux jours d'abstinence des nombreux moines de l'ancien rite donnaient quelque valeur au poisson ; et la Sologne devint, au centre de la France, le triste pays de marécages et de fièvres que l'on sait, de plus de 4,500 kilomètres carrés d'étendue. Les étangs et les marais de la Sologne sont essentiellement dus à l'imperméabilité des premières couches du sol, à la faible pente et aux faciles débordements des rivières (le Beuvron, la Sauldre, le Cosson). De plus les Solognots négligeaient bien plus leurs étangs que les Bressans ; on les laissait en eau pendant une dizaine d'années, et l'on ensemençait seulement les bords et la queue de chaque bassin, fertilisés par la vase. Depuis 1852, on travaille à assainir la Sologne, en commençant par l'arrondissement de Romorantin, le plus malheureux. Le but n'est pas très difficile à atteindre, si les habitants cessent de croire que leur existence est attachée à la production du poisson. Avec le canal de la Sauldre et des canaux secondaires, le défrichement et le reboisement, avec le chemin de fer d'Orléans à Vierzon, des modifications profondes sont survenues dans les habitudes du peuple et dans l'état du sol ; les étangs diminuent et les arbres se multiplient : on cultive le blé en Sologne et même la vigne ; le vin récolté est médiocre sans doute, mais voilà un travail salubre, et la médiocrité même du produit fait qu'on le consomme sur place ; c'est de la force emmagasinée et un préservatif de la fièvre (Ed. Burdel). La présence des cours d'eau, affluents du Cher, qui traversent le pays, est une condition favorable pour l'évacuation, à l'aide de canaux, des petits bassins lacustres.

La Sologne (département de Loir-et-Cher) est située sur la rive droite du Cher ; cette rivière la sépare de la *Brenne*, quelquefois appelée *petite Sologne* et qui appartient au département de l'Indre. La Brenne, dit Vallin, est un plateau d'argile et de marne imperméable, couvrant plus de 100,000 hectares dans les cantons de Mézières, Tournon et Le Blanc. Il faut y joindre le *Bois-Chaud*, du même département de l'Indre, canton de La Châtre, avec 87,000 hectares de forêts et 164,000 de landes et bruyères (Bertrand). Le pays est coupé de haies, de fossés, avec de nombreux étangs. L'Indre, aux eaux dormantes, déborde à la moindre crue et laisse loin de ses bords des flaques stagnantes. La Creuse est presque dans le même cas. L'eau séjourne indéfiniment sur le tuf argileux, en nappes qui sont toujours minces sur une grande étendue. La Brenne n'a pas seulement des étangs, mais encore de vastes plaines incultes, humides, occupées par des bruyères ; ce sont les *Brandes*, tout aussi insalubres que les étangs à poisson, qui le sont surtout, comme on pense, par leur mauvais entretien. Toute cette contrée est peu peuplée et les habitants y sont chétifs, minés de fièvres, à physionomie cachectique. Ils fournissent d'un quart à un tiers d'exemptés pour *faiblesse de cons-*

titution, à chaque levée de recrues pour le service militaire. Les chevaux eux-mêmes y sont petits et les arbres rabougris.

La Brenne a plus de peine à s'améliorer que la Sologne; la population y est dense, il n'y passe pas de chemin de fer et l'attention du gouvernement ne s'est pas concentrée sur ce point.

Assainissement du sol.

L'assainissement du sol comprend aussi les moyens préventifs de la souillure. Il s'adresse, ou bien au sol qui supporte nos demeures, ou bien à celui auquel l'homme demande l'entretien de son existence ou qu'il traverse accidentellement, dans une phase quelconque de son immense mobilité.

A. L'homme ne sait pas, comme les espèces animales, choisir d'instinct le sol qui lui est le plus favorable; il s'installe sur toute espèce de terrain et tente l'exploitation des terres les plus diverses, de concert avec les animaux qu'il s'est assujettis, et qu'il force de subir, comme lui, les influences telluriques naturelles ou provoquées. Encore ceux-ci ont-ils le privilège d'une susceptibilité moindre que celle de notre espèce, puisqu'ils n'ont pas la fièvre malariale. Très souvent, le coin de terre que l'homme a choisi pour y vivre avec sa descendance est d'avance l'ennemi de sa race ; lorsqu'il était inoffensif dès l'abord, la fixité des familles humaines le rend bientôt dangereux.

En écartant les circonstances géologiques ou de constitution minérale, qui favorisent ou contrarient le développement des causes réelles d'insalubrité, on a pu reconnaître, d'après les études qui précèdent, que la condition capitale de l'insalubrité du sol, c'est la présence et la décomposition des matières organiques au sein des couches voisines de la surface. Or, cette décomposition n'a lieu qu'autant que la triple action de l'eau, de l'air et de la chaleur peut s'exercer sur ces matières fermentescibles.

L'homme ne peut pour ainsi dire rien sur la chaleur du sol, qui paraît bien être une conséquence de la température extérieure et, par conséquent, dépend de l'action solaire. L'air est lui-même un agent très mobile, difficile à maîtriser; on n'a pas songé à lui interdire l'accès du sol, ni même à l'en extraire absolument quand il y a pénétré; çà et là, au contraire, on le renouvelle, ce qui est une circonstance défavorable à la multiplication et à l'accumulation des agents de la putréfaction. Mais il est possible d'avoir prise sur l'eau, qui est peut-être l'élément le plus indispensable à la décomposition. Nous pouvons, non point l'empêcher de tomber sur le sol ni la lui soustraire entièrement, mais l'éloigner des couches où sa présence opérerait d'une façon dangereuse, ou bien encore la disposer de telle sorte que ce soit, pour les matières organiques, non plus l'*humectation*, mais la *submersion;* ce qui est, aussi bien que la dessiccation, une manière de les rendre inertes et inoffensives. Nous disposons de moyens à l'aide desquels nous abaissons la nappe souterraine et lui fixons des limites d'oscillation, de telle sorte qu'elle ne vienne point alternativement humecter, puis abandonner les couches voisines de la surface, où l'imprégnation organique

est, naturellement, à son maximum. Ces moyens constituent le *drainage*, qui s'applique à la ville comme aux champs.

Il faut entendre d'une façon un peu large ce mot *drainage*. Cette opération ne se pratique pas rien qu'avec des tubes; les rigoles dans les cultures, les fossés dans les prairies, les canaux d'écoulement et de retrait des eaux sont du drainage. Le sillon tracé par la charrue draine quelque peu la couche tout à fait superficielle. Les arbres à longues racines drainent déjà profondément, sans compter la soustraction d'eau qu'ils opèrent par le phénomène vital de la transpiration. Dans les villes, nombre de canaux construits pour un autre but drainent sans qu'on y ait songé.

B. Comme premier moyen préventif, il serait aisé et il semblerait rationnel de conseiller aux groupes humains de ne point ajouter d'immondices aux détritus organiques que la vie et la mort des êtres divers déposent indéfiniment sur le sol. Mais, outre que ce dernier mode n'en existerait pas moins malgré les précautions prises par l'homme, il n'est pas possible, dans les conditions actuelles de la civilisation, d'éviter la production abondante d'immondices de provenance humaine non plus que la permanence de cette production sur des espaces restreints. Les peuples nomades, comme les fauves, se déplacent et peuvent, en abandonnant pour de longues années le sol souillé par le séjour de la tribu, lui assurer la purification naturelle que les éléments finiront par accomplir. Mais les peuples civilisés superposent les générations dans les mêmes enceintes; il n'y a pas à résister à la production d'immondices, il faut seulement les empêcher de s'étaler, les diriger et les rendre inoffensives lorsqu'elles ont, malgré tout, gagné l'épaisseur du sol.

Un seul des modes de souillure du sol des lieux habités peut être évité relativement, ou même absolument supprimé, si les sociétés humaines le veulent; c'est celui qui résulte de l'inhumation des cadavres. Les lois modernes ont déjà reporté les cimetières hors des villes; des tentatives ont été faites pour les éloigner davantage encore; lorsque la pratique de la crémation aura pénétré dans les mœurs, tout danger de ce côté sera écarté, et la question résolue pour ce qui regarde cet aspect de l'hygiène.

Il convient que, dans les grandes villes, les autorités municipales fassent tout pour protéger la rue, les places et même la maison de chacun, autant qu'il est possible de le faire sans amoindrir le respect de la liberté individuelle. Il y a quelques moyens de *blinder* le sol, si l'on nous permet cette expression. Quant aux dangers que l'on ne peut supprimer, il est possible de les localiser; l'ennemi est moins redoutable, quand on sait où le prendre. Pour concréter cette pensée : toute ville, qui a prévu et installé des latrines et des urinoirs publics, est moins sale que celle qui n'en a pas, attendu que dans cette dernière la dispersion des urines et même des matières fécales est partout, insaisissable et irrésistible.

Mais le progrès moderne a inspiré les grandes tentatives et les travaux magnifiques d'assainissement du sol des villes; l'hygiène n'a point désespéré d'être à la hauteur des nécessités formidables que créent le besoin

d'évacuation des immondices de groupes composés d'un ou de plusieurs millions d'hommes, et les déchets de toute nature des industries qui opèrent sur des matières organiques ou manient des agents minéraux menaçants. Les détails que comporte cette réalisation spéciale des conceptions de l'hygiène trouveront naturellement leur place, pour une part, à l'article : HABITATIONS ; le reste appartient à l'HYGIÈNE DES VILLES.

C. Nous sommes donc ramené à n'envisager l'assainissement du sol qu'au point de vue de ses influences propres et en quelque sorte spontanées. Il va sans dire que c'est surtout du sol malarial qu'il s'agira.

1. *Culture et drainage.* — Ces deux procédés sont tout d'abord applicables à toutes les espèces de sol, comme moyens préventifs, puis au sol malarial sans marais visible, comme procédés d'assainissement. Combinés à d'autres, ils deviendront aussi la raison définitive de la transformation radicale des marais avérés.

La culture, comme il a été dit plus haut (page 112), décide l'aération du sol et en diminue la richesse en eau, non seulement parce qu'elle favorise l'évaporation, mais parce qu'elle élargit les pores des sols compactes et en détruit la capillarité. Elle faisait autrefois la salubrité du Latium (L. Colin); elle rend habitable notre Algérie, le district de Pola, au bord de l'Adriatique (Jilek), et bien d'autres. Mais c'est une entreprise hardie et périlleuse que de porter pour la première fois l'instrument aratoire sur le sol vierge, de propriétés inconnues, ou sur une terre notoirement malariale (voyez page 29) ; c'est « comme la première tranchée qu'on va ouvrir sous le feu de l'ennemi », selon l'énergique image employée par Vallin, et les rangs des travailleurs sont tout d'abord rudement décimés par les effluves dont on vient détruire le foyer. Quesnoy, comparant la mortalité dans la Mitidja, pendant dix années de défrichement, avec la mortalité de dix années postérieures, obtenait les chiffres suivants :

DÉCÈS ANNUELS SUR 1,000 HABITANTS.

	PENDANT le défrichement	APRÈS le défrichement
Douèra	106	67
Ibrahim	118	15
Le Fondouk	80	29
Boufarik	48	36

D'où la conclusion qu'il faut joindre à l'héroïsme de la décision première la précaution de défricher vite et d'une façon continue. Comme dans toutes les industries dangereuses, il serait bien utile ici de pouvoir remplacer la main de l'homme par la machine. On le fait aux États-Unis, en arrachant les arbres à l'aide du *Grubber ;* les Anglais le font en Guyane, où ils creusent avec des machines fouilleuses très puissantes (*excavator*) des canaux de dessèchement sur lesquels des bateaux amènent les machines au bord des pièces à défricher ; la charrue déposée à terre, est mue sur tout l'espace compris entre deux fossés par des appareils à vapeur munis de poulies, installés sur les bateaux (E. Vallin).

Il n'est pas inutile d'ajouter, car les colons sont imprévoyants, que l'on

choisira pour les travaux la saison la moins chaude de l'année, qu'on évitera le travail aux environs du lever et du coucher du soleil, c'est-à-dire aux heures de brouillards; que l'on fera de longues pauses dans le milieu de la journée et que l'on soutiendra par un régime tonique la force de résistance des travailleurs.

Léon Colin, à propos de l'ouverture du canal de Tancarville, a tracé des règles dont la plupart sont applicables ici, spécialement les suivantes :

Suspension des travaux durant les mois de juillet et d'août; — installation des ouvriers, durant la nuit, dans les centres de population voisins, ou dans des baraques bien closes; — *allumage, matin et soir, de grands feux au voisinage du chantier;* — aplanissement incliné et drainage superficiel des terrains remués; — transport direct et rapide des matériaux de déblais sur les points où il y a quelque nivellement à opérer ; — ensemencement et culture intensive de ces terrains.

Les foyers allumés ont pour but de réchauffer les travailleurs, mais surtout de déterminer une ventilation énergique de la surface du sol. Il n'est pas impossible que des locomotives traversant sur leurs rails un pays palustre n'atteignent jusqu'à un certain point à cet effet de ventilation et d'assainissement (L. Colin), comme un journal médical américain l'a prétendu. Mais les travaux et les groupements humains, que les chemins de fer provoquent, ont vraisemblablement plus d'efficacité.

D'ailleurs, les influences nocives du sol à mettre en culture seront toujours considérablement atténuées par l'établissement préalable de fossés d'épuisement, de *puits absorbants*, de canaux de dérivation, d'irrigations, de lavage et autres mesures dont il va être parlé.

Le *drainage* proprement dit abaisse et fixe le niveau de la nappe souterraine; il va même jusqu'à en faire une, à laquelle il ouvre une issue là où il n'existait que l'imbibition superficielle (*Tagwasser*).

Il consiste essentiellement à établir, dans la profondeur du sol, une couche perméable à la place d'un sol compacte. Le but peut évidemment être atteint de plusieurs manières et l'a été quelquefois par des procédés très primitifs. Vallin note que, d'après Columelle, on a depuis longtemps la coutume en quelques pays de placer au fond de petites tranchées des fascines, des fagots d'épines, des blocs de pierre. En Lorraine, il n'est pas rare de rencontrer dans les champs cultivés, à une profondeur un peu plus grande que celle à laquelle atteint le soc de la charrue, des conduits de 25 à 30 centimètres de diamètre, faits de pierres brutes grossièrement assemblées, sans aucune espèce de ciment; ce sont de véritables drains. Parfois le conduit s'écroule; mais, en tombant les unes sur les autres, ces pierres inégales ne se touchent que par points et n'empêchent pas l'eau de circuler à travers leurs interstices. En même temps qu'il égoutte le sol, le drainage l'aère par une réelle aspiration.

Une pente légère favorise l'installation d'un système de drains; quand le terrain ne la présente pas, on pourrait la créer en faisant les tranchées un peu plus profondes à l'extrémité qui aboutit au canal d'écoulement qu'à celle qui commence dans la pièce à drainer.

De notre temps, le drainage se pratique, en agriculture, au moyen de tubes ou de briques en terre cuite poreuse, ajustés bout à bout et recouverts de terre. Les tuyaux de drainage à peu près exclusivement employés sont en terre cuite ; ils ont de 39 à 40 centimètres de longueur et un diamètre intérieur variable entre 0^{m},025 et 0^{m},20, suivant le volume d'eau dont ils doivent assurer l'écoulement ; les premières dimensions sont celles des drains *secondaires*, les secondes appartiennent aux drains *principaux*, sorte de collecteurs. Leur épaisseur est de 0^{m},01 environ. Les extrémités des tuyaux sont engagées dans des colliers, également en terre cuite, de 0^{m},07 à 0^{m},10 de longueur et dont le diamètre est tel que le tuyau entre facilement dans le collier (Voy. fig. 5).

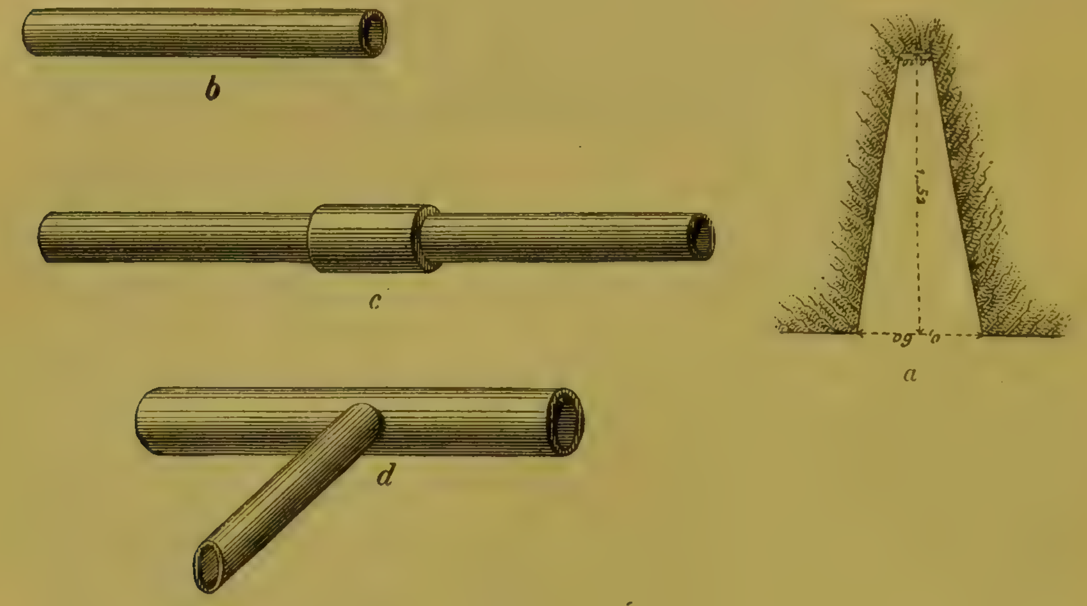


Fig. 5. — *Drainage agricole* (*).

Le calibre, la profondeur, la distance réciproque des tubes à drainage, sont déterminés par les ingénieurs. En général, la profondeur est de 1^{m},50 à 3 mètres ; la distance entre deux lignes de drains est de 4 à 6 mètres ; on donne à ces lignes une direction oblique. Quand il a été nécessaire de créer une pente factice, on les fait aboutir à des puits absorbants. Pour la profondeur, le mieux est que les drains avoisinent de très près la première couche imperméable. Les drains sont plus rapprochés dans le sol qui doit servir de support aux habitations que dans les terrains de culture ; les habitations se trouvent bien du dessèchement absolu du sol, tandis que les champs ensemencés n'ont à se débarrasser que de l'eau en excès.

Il est facile de prévoir que le drainage aide au succès de la culture, en tant qu'elle est un moyen d'assainissement, en même temps qu'il lui permet de rendre fertiles des terrains où le séjour prolongé de l'eau dans les rigoles, à la fin de l'hiver, détruisait la moitié de la récolte.

En France, depuis 1858, une loi a ouvert un crédit de cent millions pour favoriser l'extension du drainage ; il n'y a cependant encore que quelques millions de prêtés et, en 1866, il n'y avait guère plus de 200,000 hectares

(*) *a*, coupe d'une tranchée de drainage ; — *b*, tube à drainage ; — *c*, deux tubes réunis par un collier ; — *d*, jonction d'un drain ordinaire avec un drain principal.

de terrains drainés. En revanche, cette pratique semble s'être merveilleusement développée en Angleterre et aux États-Unis. Bowditch, qui, dans cette dernière contrée, a ouvert la croisade contre l'humidité du sol, cite des cantons de l'Illinois, de Michigan, de l'État de New-York, où le drainage a fait presque entièrement disparaître les fièvres. De volumineux rapports officiels anglais attestent que l'introduction du drainage dans les districts marécageux (*fen lands*) des comtés de Norfolk, Lincolnshire, Cambridgeshire, a fait baisser tout à la fois la sévérité et la fréquence des fièvres qui les désolaient ; le pays est devenu relativement salubre. Buchanan fait d'ailleurs ressortir le relèvement de la santé générale par l'assèchement du sol dans les villes et la diminution de léthalité par les fléaux ordinaires, tels que la phthisie et la fièvre typhoïde. Le tableau ci-dessous, qui lui est emprunté par Latham, exprime quelques-uns de ces faits.

Élévation du niveau de la santé publique en Angleterre par les travaux d'assainissement (d'après Latham).

LOCALITÉS.	POPULATION en 1861.	MORTALITÉ pour 1000 avant les travaux.	MORTALITÉ pour 1000 depuis les travaux.	GAIN biologique pour 100.	DIMINUTION de la fièvre typhoïde pour 100.	DIMINUTION de la phthisie pour 100.
Banbury	10.238	23.4	20.5	12.5	48	41
Cardiff	32.954	33.2	22.6	32.0	40	17
Croydon	30.229	23.7	18.6	22.0	63	17
Dover	23.108	22.6	20.9	7.0	36	20
Ely	7.847	23.9	20.5	14.0	56	47
Leicester	68.056	26.4	25.2	4.5	48	32
Macclesfield	27.475	29.8	23.7	20.0	48	31
Merthyr	52.778	33.2	26.2	18.0	60	11
Newport	24.756	31.8	21.6	32.0	36	32
Rugby	7.818	19.1	18.6	2.5	10	43
Salisbury	9.030	27.5	21.9	20.0	75	49
Warwick	10.750	22.7	21.0	7.5	52	19

2. *Plantations.* — *Végétaux antipalustres.* — Le sol malarial, comme on l'a vu, est loin d'être toujours dépourvu de végétation ; c'est plutôt le contraire. Il ne manque même pas d'espaces mal famés qui sont occupés par la forêt vierge ou par des arbres de futaie. Ce ne sont donc pas des plantes ni des arbres quelconques qui sont propres à assainir le sol malarial. Les savants qui se sont occupés de la question, depuis Chevreul (1853) et Maury (1857), ont eu en vue l'efficacité assainissante des plantes qui absorbent et évaporent rapidement beaucoup d'eau ; dans ces derniers temps, l'on a ajouté une idée de plus à celle-ci en faveur de l'*Eucalyptus* qui, en outre de l'absorption de l'eau, posséderait des propriétés aromatiques, antiputrides, fébrifuges. On oublie peut-être un peu facilement que toute végétation *voulue* emporte une certaine culture, une action directe de l'homme sur le sol, un effort contraire à la spontanéité de celui-ci ; ce qui a quelque importance.

Chevreul avait signalé l'*Helianthus annuus*, tournesol ou soleil, pour sa puissance d'évaporation. C'est encore cette plante que recommandait l'Américain Maury, pensant avoir constaté une diminution des fièvres de malaria aux alentours de

l'observatoire de Washington, à la suite de sa culture. Selon Valentin, le *houblon* aurait eu la même puissance vis-à-vis du dessèchement des fossés de fortification. Ali Cohen aurait protégé contre les fièvres une contrée aux bords de l'Escaut, qui en était infestée jusque-là, en faisant planter des bouquets d'*helianthus* à 30 ou 40 pas des habitations. On a essayé, en Prusse, d'après Vivenot, le riz indien ou riz sauvage (*Zizania aquatica*), plante originaire de l'Amérique du Nord, qui prospère dans les marais ; quand on la sème au moment opportun en automne, on n'a plus besoin de renouveler la semaille, car les pannicules répandent ensuite spontanément leurs grains sur le sol; la plante se développe au printemps sous forme de roseaux de 5 à 6 pieds de hauteur, ornés de feuilles d'un goût agréable et si épais qu'en deux ou trois ans ils ont enveloppé tout un marais. Malheureusement, les graines arrivées d'Amérique avaient souffert dans le transport et n'ont pas réussi.

On sait que, dans notre Midi (Camargue) et en Lombardie, les vraies rizières aggravent plutôt qu'elles n'atténuent les fâcheuses influences du sol alternativement submergé, puis asséché. Magne (cité par Vallin) attribue des effets plus heureux à la culture de la modeste *fève des marais.*

La vogue est aujourd'hui à l'*Eucalyptus globulus*, gommier bleu de Tasmanie (Myrtacées) et à ses nombreuses variétés (*marginata*, *citriodora*, *amygdalina*, *persicifolia*, *obliqua*, etc.

Un botaniste français, La Billardière, le découvrit en Tasmanie en 1792, dans un voyage à la recherche de La Peyrouse. Le professeur Göppert assure que ce fut un de ses compatriotes, le baron Ferd. von Müller qui, en 1851, émit l'idée que les émanations aromatiques de cet arbre pourraient rendre des services à l'atmosphère des contrées en proie aux fièvres de malaria. En 1857, une certaine quantité de ses graines, envoyées en France, furent semées à titre d'essai en Algérie, où elles réussirent merveilleusement. Trottier, directeur des cultures en Algérie et qui s'est fait l'apôtre de l'Eucalyptus, remarqua bientôt que l'arbre ne se distingue pas seulement par ses effluves aromatiques, mais encore par une croissance rapide et une extraordinaire puissance d'absorption et d'évaporation d'eau ; il allait être naturellement appelé à « boire les marais » algériens. Il se plaît d'ailleurs dans les terrains marécageux, absorbe dix fois son poids d'eau et fait l'office de drains dans le sous-sol. Malgré la rapidité de son développement, c'est un bois très dur et propre à tous les usages ; les variétés *amygdalina* et *viminalis* atteignent, dit-on, à la hauteur prodigieuse de 150 mètres. En Europe même, des sujets de quinze ans s'élèvent à 10 mètres de hauteur dans les régions froides; à Nice, à Gênes, à Cannes, on en voit du même âge ayant $1^m,50$ de circonférence et une taille de 15 à 18 mètres ; à Antibes, à l'*Isola Madre*, on en montre de 30 mètres de hauteur.

Il paraît avéré, d'après les témoignages de Trottier, Ramel, Cosson, E. Bertherand, etc., que les plantations massives d'Eucalyptus ont singulièrement assaini des localités naguère ravagées par la fièvre. A vrai dire, les arbres ne sont point jetés et abandonnés au hasard : ils sont espacés de 10 en 10 mètres et attentivement entretenus, c'est une véritable culture. Puis, il n'est plus certain que leur mode d'action soit unique ou même double; l'ombrage, la réfrigération de l'atmosphère, l'arrêt des vents, l'occupation donnée à l'activité du sol, paraissent à Bertherand jouer quel-

que rôle à côté de l'absorption de l'eau et des émanations odorantes, antiputrides.

C'est, dans tous les cas, une tentative à encourager. Il y a aujourd'hui probablement quelques millions d'Eucalyptus en Algérie. Le gouvernement italien, en 1875, en a distribué trois mille pieds aux habitants de la Campagne romaine, après avoir constaté que les environs du couvent des Camaldules à Tivoli avaient été délivrés de la fièvre par une petite forêt de ces arbres. Le gouvernement autrichien doit faire un essai analogue à Pola et sur les côtes de Dalmatie.

Le professeur Göppert place au même rang que l'Eucalyptus le *Paulownia imperialis* du Japon, qui avec des propriétés analogues de croissance et d'absorption, a l'avantage de se prêter mieux à la température des latitudes européennes. Il a été importé à Paris en 1842; il existait plus tôt en Hollande; c'est de là que von Siebold l'introduisit en Allemagne.

3. *Dessèchement des marais.* — Les travaux de dessèchement (dont le drainage fait partie) sont affaire d'ingénieur plus que d'hygiéniste, selon la juste remarque de Vallin. On indiquera seulement les principaux modes usités jusques aujourd'hui.

Pour peu que la dépression, qui retient l'eau stagnante à la surface du sol, soit à un niveau plus élevé que les cours d'eau avoisinants ou que la mer, il suffit d'un système de canaux dont les plus petits sont des drains à ciel ouvert, et les grands des collecteurs d'évacuation, pour transporter par la pente naturelle l'eau du marais dans les grands réservoirs, où elle est inoffensive. Elle le devient, d'ailleurs, dans les canaux mêmes, s'ils sont bien entretenus, puisque la couche aqueuse est profonde et ne permet jamais plus la mise à nu du sol de leur lit. Dans quelques cas, ces canaux suffisent à recueillir l'excès d'eau et à assécher les portions de terrain qu'ils comprennent dans les mailles de leur réseau. C'est ce qui arrive pour les *wateringues* et *watergands* de l'ancien golfe de Saint-Omer, de Calais à Furnes, en temps ordinaire. Après les pluies de l'hiver, quand le terrain solide lui-même est couvert d'eau, l'on profite de la faible différence de niveau (quelques mètres) qui existe entre la terre et la mer pour faire écouler les eaux à marée basse, à l'aide d'écluses que l'on referme à marée haute; car les marées d'équinoxe remontent à un niveau plus élevé que la surface de ce canton, et le flot la recouvrirait de plus belle. Mais l'on n'a même pas eu la ressource de cette différence momentanée de niveau sur le littoral hollandais et sur quelques points de la côte anglaise (les *fens*); de vastes espaces du sol de la Hollande sont constamment plus bas que la surface de la mer et seraient submergés immédiatement sans la présence des digues si connues. On s'est donc servi de *machines élévatoires*, mues autrefois par des moulins à vent, aujourd'hui plus communément par la vapeur. C'est avec la force motrice du vent qu'a été desséché le lac de Harlem ; on voit encore, dans les polders au nord de Saint-Omer, quelques moulins à vent de destinaion semblable. Le lac Fucino a été vidé dans le Liri, par un merveilleux canal d'écoulement.

Tous les terrains plats du département du Nord et du Pas-de-Calais doi-

vent aux canaux qui les sillonnent en tout sens, et aux cultures soutenues que les habitants entretiennent dans les carrés de terre circonscrits par l'eau, d'être d'une salubrité satisfaisante. C'est la reproduction en petit de ce qui se passe sur les rives hollandaises, anglaises, belges et sur divers points du littoral atlantique français, ou même sur les bords de la Méditerranée et de l'Adriatique. Toutes les fois que la démarcation est nettement accomplie entre la terre et l'eau, la salubrité est assurée et d'autant plus que l'eau collectionnée est plus constante et plus profonde, car, dans les contrées méridionales, une épaisseur d'eau insuffisante ne met pas à l'abri des effluves maremmatiques. Mais malheur aux riverains qui laissent les canaux s'envaser, s'obstruer, redevenir marais par l'affaissement de leurs bords!

Il y a cinquante ans, pendant l'été, les salles et les médecins ne suffisaient plus aux soins des fébricitants accumulés dans les hôpitaux de Rochefort et de la Rochelle. Mais depuis, dit le Dr Barbreau (1878), « des travaux immenses ont fait de terrains incultes, toujours sous l'eau, de vastes prairies bien canalisées, qui non seulement ont plus que quintuplé de valeur, augmentant la richesse publique, mais ont tari les sources de l'infection paludéenne, qui faisait de la fièvre intermittente un véritable fléau pour la population. » Toutefois, Vallin, qui rapporte ces paroles rassurantes, paraît fort hésiter à les prendre au pied de la lettre. Il y a progrès, sans doute, mais il reste quelque chose à faire.

Si les étangs de la Sologne étaient partout maintenus avec une bonne profondeur d'eau, ils ne seraient guère dangereux ; c'est *la queue* des étangs, partie alternativement submergée, puis asséchée, qui cause tout le mal (Burdel). A vrai dire, on ne comprend pas que de vrais hygiénistes prennent en considération les ressources que la pisciculture offre aux Solognots. Ces ressources sont juste ce qu'il faut pour entretenir la misère. Au lieu de produire un mauvais poisson qui se vend à bon marché, il y a toute apparence que le Solognot trouverait dans une agriculture sérieuse une rémunération supérieure de son travail. Les cours d'eau, qui traversent le pays et ne servent qu'à entretenir les étangs, sont tous prêts à devenir des déversoirs. Une culture bien entendue, des champs labourés en dos d'âne sur le milieu avec des rigoles latérales, exactement drainés, assainiraient absolument le canton et sous peu l'enrichiraient.

Quand la pente et les déversoirs naturels manquent, on a cherché à utiliser les couches perméables profondes du sol, à titre de couches absorbantes, pour y faire aboutir les tuyaux de drainage, les canaux d'évacuation, dont l'eau se perd ainsi dans le sein de la terre. Tels sont les puisards ou *embugs* des faluns de Marseille, dont l'origine remonte au roi René, les *boitout* du Gâtinais, les puits absorbants qui percent l'alios des Landes et reçoivent l'eau amenée par les *crastes* ou tranchées. Voici comment Em. Trélat (1880) apprécie les résultats de cette pratique dans cette dernière contrée : « Je parcourais, il y a quelques semaines, les 800,000 hectares de nos landes de Gascogne, jadis si misérables, aujourd'hui transformées et florissantes. Les fièvres et la pellagre y régnaient en per-

manence. Une maigre population, juchée sur de grandes échasses s'épuisait au milieu des eaux croupissantes et se débattait contre la mort. Il n'y a plus de pellagre et les fièvres ont disparu. L'homme a repris pied sur terre; il occupe des villages sains et propres, des maisons lumineuses et gaies au sein d'une végétation vigoureuse. Il n'a fallu qu'un second génie bienfaiteur à ces contrées dépeuplées pour les refaire. Au commencement du siècle, l'ingénieur Brémontier avait fixé les dunes du littoral et garanti nos deux départements de Gascogne contre les envahissements de la mer. En quinze ans, M. l'ingénieur Chambrelent vient de transfigurer les landes en les débarrassant par des écoulements réguliers de leurs eaux meurtrières. »

Naguère (1878), les Trappistes ont abordé le problème de l'assainissement de la campagne Romaine, en perçant le tuf imperméable qui se trouve sous la mince couche de terre végétale et en le faisant sauter sur de larges espaces avec la dynamite, de façon à atteindre la couche profonde du sol, qui est poreuse, et peut recevoir l'eau des pluies.

4. *Colmatage, terrement, warpage.* — Beaucoup de fleuves, on l'a dit précédemment, par la richesse minérale de leurs eaux et le limon qu'ils abandonnent, sont des fabricateurs de continent. L'Aude apporte annuellement près de 2 millions de mètres cubes d'alluvion; les deux Rhônes, 21 millions de mètres cubes, la moitié de ce que charrie le Pô et le tiers du Danube. Cependant, la France, dit Élisée Reclus, laisse perdre les « présents du du Rhône », et ces apports avec lesquels on pourrait faire reculer les marais salants devant les eaux douces, donner aux sols les plus ingrats une grande fertilité, reconquérir la Camargue, ne servent guère qu'à faire des « barres » et à envaser les graux des étangs (Surell). Quoique la pente soit très faible (2 mètres de Fourque à la mer), ses eaux, aidées au besoin de machines hydrauliques, suffisent pour *lessiver* le sol, le débarrasser de toutes ses molécules salines et se ramifier en canaux vivifiants dans tous les terrains encore incultes. Il ne faut pas croire que le Rhône agrandisse incessamment la Camargue ; ses bouches se déplacent d'elles-mêmes à travers ses propres alluvions.

Le colmatage consiste donc à faire combler par les fleuves eux-mêmes, à l'aide des alluvions qu'ils apportent et déposent, les dépressions occupées par l'eau stagnante et le marais. On voit que du même coup, l'eau fluviale, filtrant à travers le sol et gagnant en définitive la mer, dessale le rivage où a séjourné l'eau marine ; double effet d'une portée identique quant à l'assainissement.

C'est par le colmatage qu'au commencement du siècle a été comblée, suivant les plans mêmes de Galilée et de Torricelli, la vallée de la Chiana, entre le Tibre et l'Arno; que le *palude di Castiglione* l'a été avec l'eau tourbeuse de l'Ombrone ; que, près de Narbonne et aux environs de Vic, on a comblé des étangs à l'aide des alluvions de l'Aude.

Le *terrement* consiste à projeter de la terre, prise à ses bords, dans un canal de détournement d'un cours d'eau assez rapide, que l'on a dirigé vers la dépression occupée par le marais. Ce cours d'eau voulu exécute

ainsi le colmatage à l'aide des alluvions qu'on lui improvise. Ce procédé est utilisé en Allemagne, dans les bruyères de Lunebourg et de Brême (Vallin).

En Angleterre, à l'embouchure de l'Humber; en France, dans divers points de la côte de Normandie et de Bretagne, on exhausse le terrain du littoral à l'aide du limon marin (*warp*, angl., *tangue* en français), dont des écluses fonctionnant convenablement assurent l'accès au moment des hautes marées et empêchent le retour quand le flot se retire.

Il est rare que l'on se résigne à l'œuvre longue et coûteuse d'opérer le terrement par le transport en tombereaux, à la façon des terrassements ordinaires.

5. *Avivement.* — Quand les fossés d'une citadelle donnent lieu à des effluves fébrigènes, on les assainit en les inondant. Du même, on rend la salubrité aux canaux envasés, en redressant leur talus et en creusant leur fond; aux étangs marécageux, en endiguant leurs bords et en substituant une eau profonde à la partie où la minceur de la couche liquide l'expose à la dessiccation pendant les chaleurs de l'été.

Sur notre littoral atlantique ou méditerranéen, les marais salants cesseraient d'être insalubres si on les noyait, soit d'eaux douces en empêchant le reflux marin, soit d'eau salée en y déterminant un large accès du flot de la mer. Dans notre Midi, on maintient salubres les bords des étangs en prévenant l'ensablement des graux; là, il faut et il suffit que l'eau des étangs ait plus de 1 mètre de profondeur, pour annuler l'influence du fond. Les villes riveraines de l'étang de Thau, Balaruc, Bouzigues, Mèze, Marseillan, n'ont pas une mortalité très supérieure à la moyenne en France, parce que le flot marin pénètre librement dans leur étang.

Quand il est possible de laver les marais salants par l'eau douce, on ferme au contraire les graux, et des écluses empêchent le reflux de la vague marine. Cela s'est pratiqué en divers points des marais de Toscane et de notre Midi.

On combine avantageusement l'*avivement* avec le *colmatage*, en creusant et encaissant d'un côté, tandis que l'on comble les dépressions de l'autre. Ernest Déjardin propose de déblayer le golfe de Fos (à la pointe est de la Camargue), menacé d'atterrissement, en rompant la digue sud du Rhône et en rouvrant le grau de Roustan, fermé depuis seulement un quart de siècle. La terre se formera à l'ouest, où la côte est fortement érodée par le courant, et celle-ci deviendra salubre par le colmatage, tandis que le golfe de Fos le sera par submersion.

Bibliographie. — Di Tucci : *Dell' antico e presente stato della Campagna di Roma, in rapporto alla fertilita del suolo ed alla salubrita dell' aria.* Roma, 1868. — Tommasi-Crudeli (C.) : *Della distribuzione delle acque nel sotto suolo romano e della sua influenza nella produzione della malaria* (Academ. dei Lincei, avril et décembre 1879). — Laveran (Alph.) : *Note sur un nouveau parasite trouvé dans le sang de plusieurs malades atteints de fièvre palustre* (Bull. Acad. de méd., 23 novembre et 28 décembre 1880). — Tommasi-Crudeli (Conrad) : *La malaria de Rome et l'ancien drainage des collines romaines.* Paris, 1881. — Du même : *On the generation of malaria in flower-pots* (The Practioner, novembre 1881). — Cuboni (Giuseppe) e Marchiafava (Ettore) : *Neue Studien über die Natur der Malaria* (Archiv. für experim. Pathologie und Pharmakologie, 20 janvier 1881). —

Colin (Léon) : *Sur les mesures hygiéniques à conseiller au sujet de l'exécution du canal de Tancarville* (Revue d'hygiène, III, p. 300, 1881, et Ann. d'hyg., 1881, tome V, p. 467). — Du même : *Hygiène des ouvriers travaillant dans des pays marécageux* (Bull. Acad. méd., 15 novembre 1881). — Du même : *Locomotives et fièvre intermittente* (Gazette hebdomad. de méd. et de chir., p. 292, 1882). — Richard (E.) : *Sur le parasite de la malaria* (Acad. scienc., 20 février 1882). — D'Abbadie : *Sur les fièvres paludéennes* (Acad. des scienc., 18 septembre 1882). — Maurel : *Étiologie et nature du paludisme* (Association française pour l'avancement des sciences, à Rouen, 1883). — Laveran (Alph.) : *Traité des fièvres palustres*. Paris, 1884. — Pommay (H.) : *De l'innocuité des marais des hauts plateaux du Sud-Oranais* (Rev. d'hyg., VI, p. 184, 1884). — Corre : *La théorie parasitaire de la fièvre intermitente* (Archives de méd. navale ; 7, 1884). — Atkinson (Edw.) : *On the constancy of break out of malarial fever upon disturbance of the sites of old cities* (Medical Times and Gazette, p. 72, 1884). — Sorel : *Note sur l'action de la malaria sur les troupes non acclimatées* (Archives de méd. militaire, III, p. 293, 1884). — Duponchel (Paul) : *L'endémie palustre à Mateur* (Tunisie) (Archives de méd. milit., IV, p. 49, 1884). — Buchner (Hans) : *Schutz gegen Malaria in den Tropenländer* (D. militärärztliche Zeitschr., XIV, p. 453, 1885). — Marchiafava (Ettore) e Celli (Angelo) : *Nuove ricerche sulla infezione malarica* (Annali di Agricoltura. Roma, 1885). — Sforza e Gigliarelli : *La malaria in Italia*. Roma, 1885. — Poigné et Nimier : *De la fièvre rémittente dans la colonne du Loch-Nam* (Archives de méd. milit., V, p. 445, 1885). — Junker von Langegg (F.-A.) : *Ueber die Genesis der Malaria und die Sanirung der Malariagegenden* (Viertel-jahrschr. f. gerichtl. Medic., XLV, p. 116, 1886). — Sehlen (von) : *Ueber die Aetiologie der Malaria* (Archiv f. patholog. Anatomie, CIV, p. 319, 1886). — Leonhardt : *Entstehung und Wesen der Malariaerkrankungen unter Benutzung eigener an Land und an Bord gemachter Beobachtungen* (Zeitschr. für klin. Medicin, X, p. 325, 1886). — Tommasi-Crudeli (Conrad) : *Du bacille de la malaria* (Congrès internat. de Washington, 1887). — Laveran (A.) : *Des hématozoaires du paludisme* (Annales de l'Institut Pasteur, I, 1887).

Consulter : Régy : *Assainissement du littoral méditerranéen du département de l'Hérault*. Montpellier, 1868. — Hervé-Mangon : *Rapport sur l'amélioration sanitaire et agricole de la Dombes* (Acad. des scienc., 1869). — Colin (Léon) : *Traité des fièvres intermittentes*. Paris, 1870. — Gimbert : *L'eucalyptus globulus, son importance en agriculture, en hygiène, en médecine*. Paris, 1870. — Pauly (Ch.) : *Esquisses de climatologie comparée*. Paris, 1874. — Borius (A.) : *Recherches sur le climat du Sénégal*. Paris, 1875. — Wasserfuhr (H.) : *Das endemische Vorkommen des Wechselfiebers in Unter-Elsass* (D. Vierteljahrsschr. f. œffentl. Gesundheitspflege, VIII, p. 189, 1876). — Klebs (Edw.) und Tommasi-Crudeli (C.) : *Studien über die Ursache des Wechselfiebers und uber die Natur der Malaria* (Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie : 15 octobre 1879). — Durand-Claye (Alf.) : *Mémoire sur le dessèchement du lac Fucino*. Paris, 1877. — Chambrelent : *De l'assainissement et de la mise en valeur des landes de Gascogne* (Congrès internat. d'hygiène, à Paris ; II, p. 224. Paris, 1880). — Vallin (E.). : Art. *Marais* (Dictionn. encyclop. des scienc. méd.). — Rey (H.) : Art. *Marais* (Nouveau dictionn. de méd. et de chir. pratiq., XXI). — Reclus (Élisée) : *Géographie universelle*.

CHAPITRE II

DE L'EAU

Au point de vue cosmique, l'eau a sa place entre le sol et l'atmosphère. Quoique ses rapports avec le premier soient plus intimes et plus variés, nous avons cru bon de lui conserver, en hygiène, son rang naturel.

Tous les êtres vivants ont besoin d'eau, parce que l'eau fait partie intégrante, dans de très larges proportions, de leurs tissus et de leurs humeurs ; qu'elle est la condition de leurs mouvements propres et qu'enfin tout ce qui entre dans l'économie vivante et tout ce qui en sort est, essentiellement dans les deux cas, véhiculé par l'eau.

Celle que l'homme s'incorpore en vue de ce but physiologique, pour la partie qui n'est pas dans les aliments, s'appelle l'*Eau de boisson.* C'est l'eau nécessaire et commune. Mais l'homme, être intelligent, perfectible et capable d'hygiène, s'est créé, en vue d'une existence meilleure, des besoins dont beaucoup réclament l'intervention de l'eau : la toilette quotidienne, le bain, la propreté des ustensiles, du linge, de la maison, de la rue, et surtout l'activité industrielle, qui consomme de l'eau en proportions énormes. Il existe, en hygiène, une expression qui répond à une partie de cet emploi de l'eau : c'est le terme *Eau de lavage.* Comme il convient qu'une expression unique comprenne à la fois les eaux qui servent à la propreté et celles qui alimentent l'industrie, nous adopterons le terme *Eau d'utilisation*, plus compréhensif et, d'ailleurs, en usage à l'étranger (Allem. *Brauchwasser* ou *Nutzwasser*).

Il ne faut pas conclure de cette distinction dans les mots qu'il doive y en avoir une dans les choses. Le mieux serait, au contraire, que chaque groupe humain n'eut qu'une seule espèce d'eau et que celle-ci fût excellente et abondante. Il est clair que celle qui peut servir de boisson est à la hauteur, et au delà, des autres besoins. Mais l'eau irréprochable est quelquefois assez rare pour qu'en pratique on se résigne à laver les rues et les égouts avec une eau inférieure.

Cette étude semble comporter les articles suivants :

1° L'eau dans la nature;

2° Le rôle sanitaire de l'eau ;

3° L'expertise de l'eau;

4° Les moyens de correction;

5° Approvisionnement d'eau.

Certaines notions complémentaires trouveront mieux leur place au chapitre ALIMENTATION et à HYGIÈNE URBAINE.

1° L'eau dans la nature.

On s'apercevra, dans les développements qui vont suivre, que l'eau est celui des milieux naturels dont les propriétés ont au plus haut degré le caractère de subordination. Elle est constamment modifiée, au point de vue qui intéresse l'hygiène, par le sol, par l'atmosphère et par l'homme ; le vœu de l'hygiène étant d'abord qu'elle soit *pure*, c'est-à-dire qu'elle ne renferme, *au moins*, pas de matières toxiques ni de matières infectieuses, selon la mesure, à vrai dire un peu étroite, établie par les procédés contemporains d'expertise de l'eau (Plagge et Proskauer). Aussi pourrait-on ne distinguer que les *eaux de la surface* et celles *de la profondeur;* les premières exposées aux souillures, les secondes protégées par le sol. Nous nous conformerons, toutefois, à la tradition en établissant ces trois groupes qui, au fond et au point de vue physique, sont assez naturels : les *eaux superficielles* ou terrestres; les *eaux souterraines* ou telluriques; les *eaux météoriques* ou de l'atmosphère.

A. Eaux superficielles.

La mer. — L'eau marine n'est utilisée comme boisson que dans des circonstances exceptionnelles et après une préparation spéciale. Mais elle intéresse sérieusement l'hygiène à d'autres égards.

Sous des noms variables, la mer occupe plus des deux tiers de la surface du globe. C'est la réelle collection d'eau et tout le reste n'en est qu'une dépendance. L'épaisseur de cette collection répond à son étendue, s'il est vrai que la mer atteigne par places des profondeurs de 10,000 à 15,000 mètres. Elle nourrit des êtres vivants, zoophytes, mollusques, crustacés, et même des poissons, jusqu'à des profondeurs variant entre 1,000 et 5,000 mètres, ainsi que l'ont montré les dragages opérés par les savants dans ces dernières années (le *Challenger*, le *Travailleur*, le *Talisman*).

Le fait tout d'abord le plus saillant dans la constitution de l'eau marine, c'est la *salure*. Celle-ci est essentiellement d'origine géologique; elle s'est faite telle qu'elle est aujourd'hui, selon Dieulafait (de Marseille), à l'époque de la formation de la croûte solide du globe, par l'abaissement de la température, la réaction des acides sur les métaux. Il est vrai aussi que les fleuves apportent incessamment à la mer des sels dissous qui y resteront définitivement, puisque l'évaporation ne reprend que de l'eau.

Le degré de salure est variable et dépend de l'énergie de l'évaporation. Les eaux de la Méditerranée et de la mer Rouge, d'ailleurs presque isolées de la masse océanique, se concentrent positivement par ce mécanisme. Le *chlorure de sodium* prédomine; puis, viennent les chlorures, sulfates et carbonates de magnésie et de chaux, le sulfate de soude, des traces de bromures et d'iodures alcalins. Il va sans dire que la richesse en sels détermine la densité de l'eau de mer.

Proportion de sels pour 1000 *d'eau.*

SELS.	OCÉAN ATLANTIQUE.	OCÉAN PACIFIQUE.	MÉDITERRANÉE.	MER BALTIQUE.
Chlorure de sodium	26.000	25.890	30.182	5.150
— de magnesium	3.330	4.880	3.302	0.650
— de calcium	1.232	»	»	»
Sulfate de soude	3.660	1.420 (1)	»	»
— de magnésie	0.610	1.120	2.541	0.350
— de chaux	2.030	1.620	1.392	0.280
Autres	»	0.310	1.200	0.670
Total	36.882	35.240	38.617	7.100

(1) Sulfate de potasse.

L'eau de mer renferme de 22 à 30 centimètres cubes par litre d'un air beaucoup plus riche en oxygène et en acide carbonique que l'air atmosphérique. Les proportions seraient, d'après L. Carpenter :

	A la surface.	Au fond.
Oxygène	25	19,53
Azote	54,21	52,60
Acide carbonique	20,84	27,87

Les recherches de Commaille sur l'eau de la Méditerranée ont fixé quelques résultats d'un grand intérêt. L'eau puisée sur la route de la Corniche, très limpide, donna :

GAZ DÉGAGÉ PAR L'ÉBULLITION :			COMPOSITION DE L'AIR DISSOUS :	
Acide carbonique.........		$6^{cc},51$	Oxygène..................	$28^{cc},61$
Oxygène.......	$4^{cc},79$	16 ,74	Azote....................	$71^{cc},39$
Azote.........	11 ,95			$100^{cc},00$
		$23^{cc},25$		

Résidu séché à + 130° = $43^{gr},700$ par litre.
— calciné........ = 37 ,980 —

Une eau de la même mer, puisée au large à 220 mètres de profondeur, donna :

Résidu séché à + 130° = $44^{gr},04$ par litre.
— calciné........ = 36 ,00 —

Les chlorures de sodium et de potassium l'emportaient de beaucoup, et plus dans le second cas que dans le premier.

Les eaux des ports, au contraire, renferment beaucoup moins de matières minérales : Joliette $28^{gr},68$; Vieux-Port 17 à 18 grammes ; canal maritime $7^{gr},04$. Mais elles présentent moins d'oxygène, Vieux-Port 16,20 p. 100 (au lieu de 28,61) ; plus d'acide carbonique, $12^{cc},98$ (Joliette) à $28^{cc},45$ (Vieux-Port) ; elles dégagent de l'ammoniaque, $0^{mgr},04$ (Joliette) à $0^{mgr},42$ (Vieux-Port) ; de l'hydrogène sulfuré, $0^{cc},38$ (Joliette) à 4^{cc}, 61 (Vieux-Port), ceux-ci en raison directe de la diminution d'oxygène ; en certains points, de l'hydrogène carboné C^2H^4 ($33^{cc},37$ dans le canal maritime ; $20^{cc},24$ à un quai du Vieux-Port),

La raison de cette constitution singulière et d'aspect peu rassurant est dans l'abus que fait la ville de Marseille des eaux qui baignent ses quais pour y déverser ses égouts. Le Vieux-Port est évidemment un foyer de putréfaction et a été justement signalé (Brouardel) comme l'une des grandes insalubrités qui préparent la ville à accueillir les fléaux exotiques et autres, le choléra spécialement.

Peu de cités aussi populeuses projettent leurs immondices dans des eaux aussi peu renouvelées que celles des ports de Marseille, et il semble que d'autres rives puissent se permettre ce mode d'évacuation, si compromettant pour les habitants des bords de la Méditerranée, qui n'a pas de marée. Mais, là où la marée se fait sentir, ce que le flot descendant a emporté, le flot montant le ramène et l'étale. On dépeuple de poissons l'embouchure des fleuves et l'on fait fuir les visiteurs des stations balnéaires maritimes.

On reviendra sur ce point (Voy. HYGIÈNE URBAINE). Mais, dès à présent, nous pouvons énoncer cette formule : que *la mer ne doit pas être prise pour l'aboutissant des égouts.*

La *température* de la mer à la surface se rapproche de celle de l'air ; mais elle s'abaisse dans la profondeur, de 4 à 5 degrés par 1,000 mètres jusqu'à 2°,4 vers 4,000 ou 5,000 mètres. Dans les explorations du *Travailleur*, auprès des Canaries, on trouva 2 degrés à 4,000 mètres, l'eau de la surface étant à 25° (A. Milne-Edwards). Les oscillations thermiques de la masse soint moins rapides et moins étendues dans la mer que sur les eaux douces. La mer a souvent, dit-on, la moyenne thermique du lieu où l'on observe.

Un des phénomènes les plus curieux et les plus décisifs vis-à-vis de la répartition des climats sur le globe, c'est l'existence des *courants marins*, étudiés depuis 1830 par le commodore américain Maury et par les géographes et physiciens qui ont suivi son exemple. Ce sont comme des fleuves océaniques énormes, dont la direction résulte de l'inégalité de température entre les régions polaires et la zone équatoriale et du mouvement de la terre. Ils sont chauds de l'équateur au pôle et froids dans le sens contraire. Les courants chauds dans l'hémisphère nord réchauffent les côtes occidentales; les courants froids influencent les rives orientales. C'est l'inverse dans l'hémisphère sud. Le *Gulf-Stream* (courant du golfe) nous intéresse particulièrement; parti du golfe du Mexique, ce fleuve de 25 lieues de large et de 9,000 mètres de profondeur aborde obliquement les côtes de France, déjà divisé en deux bras en venant du large; le bras méridional, qui atteint notre littoral atlantique, détache un courant secondaire qui va tournoyer dans le golfe de Gascogne puis rejoint le courant principal pour se diriger vers le nord; le bras septentrional baigne les côtes des Iles-Britanniques; l'un et l'autre se heurtent au rivage de la Scandinavie en s'acheminant vers le pôle. C'est à eux que la plus grande partie de la Norvège doit d'être habitable et non occupée par des glaces perpétuelles. Grâce au courant aérien qu'il entraîne avec lui, le Gulf-Stream verse sur les côtes d'Irlande, de Bretagne et d'Aquitaine, des vapeurs tièdes qui y entretiennent un climat égal et d'une température moyenne supérieure à celle que comporterait la latitude. De là, les prairies de la « verte Erin, » de l'Angleterre et de la Normandie, les arbustes des pays chauds persistant en Bretagne, les primeurs que ce pays envoie au centre, et le figuier de Roscoff, le plus beau figuier du monde.

Le *Kuro-Siwoo* (fleuve noir) est pour le Pacifique ce que le précédent est pour l'Atlantique. Il attiédit les côtes orientales du Japon et du Kamtschatka.

Des courants froids abaissent la température de la côte est de l'Amérique du Nord et du Groenland, du littoral occidental de l'Amérique russe, les côtes de la Corée et de la Mandchourie.

L'*air marin*, peu distinct chimiquement de l'air terrestre, lui est très supérieur par sa pureté, comme il sera dit plus loin (ATMOSPHÈRE).

L'eau de mer n'est pas potable ; des malheurs célèbres ont montré que l'homme peut mourir de soif sur l'Océan comme dans les solitudes du Sahara. Depuis plus d'un siècle, les navires ont adopté le procédé de la *distillation*, qui permet d'approprier l'eau de mer à la consommation des navigateurs (*cuisine distillatoire* de Peyre et Rocher, appareil Perroy, etc.).

L'eau de mer ne convient pas plus pour le lavage des navires que pour la boisson des marins; elle dépose, sur le bois et dans les interstices de la charpente, des sels déliquescents qui entretiennent l'humidité et disposent le bois à pourrir. Il est vrai que les médecins de marine, qui condamnent formellement les lavages à l'eau de mer, tendent à trouver que le mieux serait la plus grande rareté possible de lavages quelconques, remplacés par le nettoyage à sec. Tout porte à croire qu'ils ont raison.

En revanche, dans quelques villes d'Angleterre, d'après Boulnois et J. W. Cockerell, on se trouve très bien de l'arrosage des chaussées avec l'eau de mer, qui forme sur le macadam une sorte de croûte, solide et fixant bien la poussière.

Le voisinage de la mer impose aux populations côtières des habitudes

particulières de travail et d'alimentation. L'Océan fait appel aux hardiesses de l'homme et à l'esprit d'aventure. Nul doute qu'il n'ait contribué à donner à certaines races des aptitudes caractéristiques, la patience mêlée d'audace, l'entêtement allié à la résignation, un haut sentiment d'indépendance qui n'exclut point l'amour de la terre natale.

Les cours d'eau. — Ce sont, originairement, des eaux de source, sortant très pures des flancs ou de la base de quelque montagne; ou la collection de filets issus d'un glacier et coulant sur le roc, par conséquent irréprochables dès l'abord. Cependant, quelques cours d'eau naissent d'un marais ou sortent du sol spongieux de grandes forêts, telles que les forêts vierges d'Amérique, où les débris végétaux ont formé une couche épaisse à la surface; en pareil cas, l'eau courante est primitivement douteuse.

A partir de son origine, le cours d'eau est soumis à des vicissitudes nombreuses, à ne parler même que des influences naturelles. Il traverse des terrains de constitution très diverse, s'enfonce dans des coupures profondes ou s'étale en surface, quelquefois disparaît sous terre dans une portion de son cours, et par conséquent dissout ou abandonne des matières terreuses selon l'occasion. A ses eaux, dans tous les cas, les pluies ajoutent de saison en saison leur contingent, formé de la partie des précipitations atmosphériques qui n'a pas le temps d'être évaporée ou qui ne trouve pas à filtrer dans le sol. Les pluies d'averse, comme sont généralement celles d'orage, fournissent donc l'apport proportionnel le plus considérable. Toutes, mais celles-ci plus que les autres, en raison de leur violence, entraînent avec elles dans les cours d'eau ce qu'elles ont pu dissoudre de l'atmosphère et du sol, et surtout des matières minérales ou organiques, recueillies et véhiculées mécaniquement. Des sources secondaires, des affluents, les communications avec la nappe souterraine, alimentent encore les fleuves, chemin faisant.

Le mouvement de l'eau dans les fleuves et rivières, les heurts du courant contre les aspérités de la rive, lui font perdre les gaz en excès, ou au contraire servent à aérer ces eaux. La proportion des sels qu'elles tiennent en dissolution dépend des terrains d'où jaillissent les sources, de ceux que le cours d'eau traverse et de l'apport minéral des pluies. L'analyse des eaux de fleuves donne donc des résultats variables d'un fleuve à l'autre et d'un point à un autre du fleuve.

Une circonstance qui peut contribuer pour une part à la richesse des eaux courantes en sels et déterminer la nature de quelques-uns de ceux-ci, mais qui est capitale vis-à-vis de la richesse en matières organiques, c'est la présence sur l'une ou l'autre rive d'un fleuve, ou sur les deux, d'une grande cité, d'une ville industrielle, et la façon dont les coutumes urbaines respectent l'intégrité des eaux fluviales, ce qui est rare et difficile, ou au contraire se servent du fleuve comme d'un canal d'évacuation naturel pour les immondices de l'agglomération humaine et pour les déchets des industries diverses.

Constitution de l'eau des fleuves et rivières. — L'eau courante renferme *normalement* le maximum d'*air* que l'eau peut dissoudre, de 16 à 50 centimètres cubes (Moleschott, Bolley); les gaz de l'air y sont dans des proportions correspondant au coefficient de solubilité de chacun d'eux.

Les *matières minérales* y existent en *dissolution* ou en *suspension*.

a. Les premières varient en nature et en quantité, d'un fleuve à l'autre, d'un point à un autre d'un même fleuve, d'une saison à la suivante; il est clair que les cours d'eau ne dissolvent que ce qu'ils rencontrent dans le sol de leurs bords: *tales sunt aquæ qualis terra per quam fluunt* (Pline). Poggiale trouvait, au même moment, $0^{gr},230$ de matières fixes dans l'eau de la Seine, à l'un de ses bords, et $0^{gr},296$ à la rive opposée. C. Schmidt remarque que les carbonates sont plus abondants en hiver, dans les eaux fluviales, alors que l'acide carbonique y est aussi en plus grande proportion. L'Elbe donne 260 milligrammes de résidu par litre à Magdebourg, et 270 à Hambourg (Reichardt); le Rhin, à Cologne, par les basses eaux, en octobre 1870, renfermait 240 milligrammes de matières fixes par litre, 160 milligrammes en novembre suivant, les eaux étant hautes, 245 milligrammes en janvier 1871, par la gelée (Vohl). Reichardt a examiné en des mois différents l'eau de la Saale, à Iéna, et a constaté des différences de 80 milligrammes, le 3 mai, à 312 milligrammes le 3 novembre, tandis que l'eau d'une source ne variait qu'entre 295 et 470 (d'ailleurs aux mêmes dates). On attribue à la Seine de 180 à 330 milligrammes; à la Tamise de 273 à 396; au Nil jusqu'à 1,600. Deville calcule sur 180 pour le Rhône, 300 pour la Garonne, 511 pour la Marne; Emmerich et Brunner, sur 210 à 219 pour l'Isar en amont de Munich; Polek 135 dans l'Oder, à Breslau; Wolffhügel 187 à 194 dans l'Aar, à Soleure; Emmerich-Brunner 191 à 247 dans le Danube, à Deggendorf. On voit que rien n'empêche, de ce côté et *à priori*, d'utiliser l'eau des fleuves pour la boisson et les usages domestiques. En effet, les matières fixes sont en général moins abondantes dans l'eau des fleuves que dans celle des sources, probablement parce que la première renferme moins d'acide carbonique et que des carbonates se sont précipités.

Quant à leur *nature*, ces matières sont surtout des *carbonates de chaux* et de *magnésie*, du *chlorure de sodium*, rarement des *nitrates* (Rhin, Seine). Le Rhin renferme de $0^{mgr},17$ à $0^{mgr},48$ d'*ammoniaque* par litre (Boussingault, 1853); la Seine, au pont d'Ivry, $0^{mgr},17$ (Poggiale).

b. Relativement aux secondes, tous les fleuves charrient, même en dehors des grands « *troubles* », une certaine proportion d'éléments solides en simple *suspension*. Bischoff donne l'estimation suivante pour quelques fleuves (en milligrammes par litre): l'Elbe 9; le Rhin 17 à 20; le Danube 92; le Mississipi, jusqu'à 588; le Gange 217 à 1,943. Poggiale a trouvé dans la Seine de 7 à 118 milligrammes de matières suspendues; Terme, de 350 à 1,250 dans le Rhône. Dans le Rhin et le Danube, ces éléments sont surtout siliceux, puis argileux, ferrugineux, calcaires. Ils sont parfois d'une ténuité telle qu'ils passent à travers les filtres et mettent 4 mois à se précipiter par le repos (le Rhin à Bonn). Ce sont eux dont la constance donne

une véritable coloration à certains cours d'eau et leur mérite des noms qui rappellent le fait : *Rio Colorado* (le fer), *fleuve Blanc* à Java, *fleuve Jaune* en Chine (l'argile), *Weissbach* en Suisse (la chaux), *Nil blanc*, *fleuve Bleu*, *Red-River*, etc.

Selon Umpfenbach et E. Schmitt, cités par Wolffhügel, le diamètre des corps (minéraux) entraînés par les eaux est proportionnel au carré de la vitesse de celles-ci, et le poids de ces corps proportionnel à la sixième puissance de cette vitesse.

La *température* des eaux fluviales est réglée par la température atmosphérique, c'est-à-dire qu'elle est essentiellement inconstante. Nous ne parlons pas de l'eau au sortir des glaciers ni même à l'émergence de la source du fleuve. Le tableau ci-dessous, de Reichardt, caractérise à cet égard les eaux de sources, de puits, et celles des fleuves :

EAU EXAMINÉE.	TEMPÉRATURE.			
	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCE.	MOYENNE.
Source (à une demi-lieue d'Iéna)............	10° 8	9° 5	1° 3	10° 3
Puits (à Iéna)............................	11.0	6.4	3.6	9.0
Fleuve (La Saale, à Iéna)..................	18.9	1.4	17.5	10.3

Souillures des cours d'eau. — Nous n'avons pas parlé des *matières organiques* des eaux fluviales. Elles ne différeraient pas sensiblement, comme quantité ni au point de vue de la nature, de celles des eaux de sources, encore que les débris des végétaux qui ont vécu au bord des fleuves puissent y tomber, et que des poissons, des mollusques ou autres animaux aquatiques, y meurent.

On peut, en effet, presque toujours, utiliser sans grandes précautions, pour la boisson des humains, l'eau des rivières qui n'ont traversé que des prairies ou des champs. Mais l'homme recherche, pour y établir sa demeure, le voisinage des cours d'eau, ces « routes qui marchent » et qui ont, d'ailleurs, tant d'autres attraits. Il est rare que les premiers habitants d'une ville située au bord d'un fleuve n'aient pas d'abord regardé ce courant comme un complaisant et naturel véhicule des immondices dont il faut débarrasser le groupe.

On peut rapporter aux trois circonstances suivantes l'altération des cours d'eau : 1° le déversement des eaux de rue des villes, eaux ménagères, eaux pluviales et une notable quantité d'urine provenant des urinoirs publics ou clandestins ; ces eaux sont ordinairement portées au fleuve par la canalisation souterraine ; 2° la projection accidentelle ou systématique des matières de vidange au fleuve ; 3° le déversement des eaux industrielles (il faut y joindre le *rouissage* du lin et du chanvre).

Les *eaux industrielles* sont d'une extrême abondance dans certaines villes. Rien qu'en France, Paris, Lille, Reims, Roubaix-Tourcoing, et leurs environs en fournissent assez pour perdre de réputation les cours d'eau du pays, qui sont forcés de subir ce tribut compromettant.

Les industries les plus redoutables à cet égard sont : les *tanneries*, les *papeteries*, les *amidonneries* et *féculeries*, les *sucreries*, les *distilleries*, l'industrie des tissus (laines, rouissage, teintureries), les *usines à engrais*. Souvent ces eaux sont chaudes en même temps que sales, ce qui les aide à dénaturer plus sûrement les eaux naturelles. Schulze et Märcker ont calculé que l'eau de lavage de 100 kilogrammes de laine renferme pour une valeur de 4 à 5 francs d'engrais, potasse, azote, acide phosphorique, et Maumené estime que 300 litres de l'eau qui a lavé 1000 kilogrammes de laine pourraient rendre près de 20 francs en potasse. L'eau de la Seine, à Paris et en aval, est polluée comme nous le dirons; la Seine reçoit, dans la traversée de la capitale, le tribut de quelques branches d'égout; à Clichy, celui du grand collecteur; à Saint-Denis, le collecteur départemental; une quinzaine de mille maisons versent dans les égouts ce qui a passé par les tinettes diviseurs, c'est-à-dire à peu près la vidange intégrale. Cependant, ce vaste et immonde tribut lui est encore rendu plus funeste par les eaux d'industrie. Dans la *Commission technique de l'assainissement de Paris* (4e sous-commission, décembre 1882), Mille constate que la Seine est déjà infectée entre Corbeil et Charenton par les usines à engrais. Les papeteries, les amidonneries, y contribuent pour leur part. Les usines qui entourent Saint-Denis ajoutent leurs eaux à celles des égouts. A Lille, au-dessus et au-dessous, la Deule est noire et odorante; cependant, il n'y a dans la ville que des fosses fixes dont le contenu est soigneusement utilisé sous le nom d'*engrais flamand*. Roubaix, Tourcoing, envoient à l'Escaut l'Espierre, la plus sordide des rivières connues; pourtant, le système des vidanges y est le même qu'à Lille. Les eaux des innombrables usines de la contrée suffisent amplement à maintenir ces malheureux filets d'eau dans un état d'infection effroyable. On sait qu'il en est de même pour la Vesle à Reims, la Wupper à Barmen-Elberfeld; à Leeds, l'Aire et le Calder étaient assez noirs et épais, en 1868, pour qu'on pût tremper dans l'eau de ce dernier la plume avec laquelle on écrivit une pétition contre leur souillure; le tableau ci-dessous représente l'influence de l'industrie du Lancashire et spécialement de Manchester sur les eaux de l'Irwel et de la Mersey (les chiffres expriment des milligrammes par litre).

COMPOSITION.	IRWELL.		MERSEY.	
	AU VOISINAGE des sources.	EN AVAL de Manchester.	Un des AFFLUENTS.	AU-DESSOUS de Stockport.
Matières solides en dissolution	78.0	558.0	76.20	395.0
Carbone organique	1.87	11.73	2.22	12.31
Azote organique	0.25	3.32	»	6.01
Ammoniaque	0.04	7.40	0.02	6.22
Azote en nitrates et nitrites	0.21	7.07	0.21	»
Total de l'azote en combinaison	0.49	16.48	0.23	11.13
Chlore	11.50	96.30	9.40	»
Dureté temporaire	3.72	15.04	4.61	10.18
Dureté totale	3.72	15.04	4.61	10.18
Matières organiques en suspension	»	27.10	»	»
Matières minérales en suspension	»	27.50	»	»

L'eau de l'Espierre, après avoir reçu les eaux industrielles de Roubaix-Tourcoing, renferme par litre (Ladureau) :

		Grammes.
Résidu organique	$1^{gr},980$	4,650
— minéral	$2^{gr},670$	
Potasse		0,065
Azote		0,071
Acide phosphorique		0,024

Léon Faucher a donné l'analyse ci-dessous des eaux du Marécaux, qui reçoit les eaux des mines d'Azincourt, d'Aniche, d'Anzin et d'une sucrerie. A la sortie de Somain, ce ruisseau renfermait par litre :

	Grammes.
Acide sulfurique	0,343
Matières organiques	0,042
Chlore, acide carbonique, chaux	1,873
Résidu sec	2,260
Hydrogène sulfuré	30 centimètres cubes.

L'hydrogène sulfuré est dû principalement à la réduction des sulfates par les matières organiques et par les algues.

L'eau de la Sprée, à la prise d'eau de Stralau, se distingue par sa richesse en chlore : 20 à 30 grammes par litre, et en ammoniaque, $0^{mgr},1$ à $12^{mgr},5$.

Les *gaz* de l'eau changent de nature et de proportion dans l'eau fluviale souillée. Tout d'abord, l'oxygène y est consommé par la combustion des matières organiques de déchet et, par suite, diminue. Miller a relevé les chiffres suivants sur les gaz de la Tamise en différents points :

GAZ DE L'EAU. PAR LITRE.	KINGSTON.	HAMMER-SMITH.	SOMERSET-HOUSE.	GREENWICH.	WOOLWICH.	ERITH.
	cc.	cc.	cc.	cc.	cc.	cc.
Gaz total	52.7	»	62.9	71.25	63.05	74.3
Acide carbonique	30.3	»	45.2	55.60	48.3	57.0
Oxygène	7.4	5.1	1.8	0.25	0.25	1.8
Azote	15.0	15.1	16.2	14.6	14.50	15.5
Rapport de l'oxygène à l'azote	1:2.0	1:3.7	1:10.5	1:60.1	1:52.0	1:8.1

De même, A. Gérardin en 1874-1875, dose l'oxygène de l'eau de la Seine par la méthode de Schützenberger (à l'hydrosulfite de soude) et y trouve en centimètres cubes par litre :

	Oxygène.
A Corbeil (en amont)	9,32
Au pont de la Tournelle	8,05
A Auteuil (au-dessus de la bouche du collecteur)	5,99
A Épinay (au-dessous de la bouche)	1,05
Au pont de Poissy	6,12
A Mantes	8,96
A Vernon	10,40

(En 1880, l'état de la Seine avait encore empiré et la limite du titre oxymétrique 8 avait reculé jusque près de Vernon.)

D'ailleurs, dans les eaux fluviales souillées par les déchets urbains, les proportions d'*ammoniaque* libre deviennent sensibles; les *hydrogènes sulfuré* et *carboné* s'y développent. Les *nitrates*, *nitrites* et surtout les *chlorures* prennent de l'importance et, néanmoins, comme les sels alcalins l'emportent sur les sels terreux, le degré de *dureté* (hydrotimétrique) s'abaisse. Souvent, de la graisse flotte à la surface; des acides gras fétides se produisent, qui annoncent au loin le voisinage de l'eau corrompue. A. Gérardin

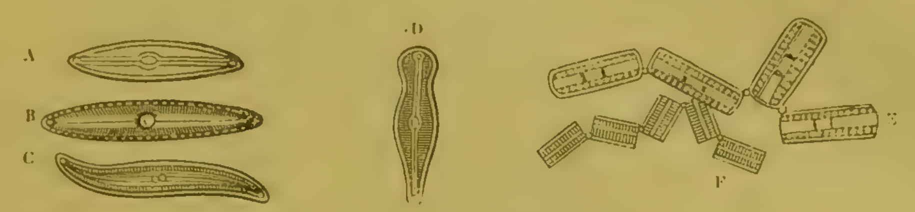


Fig. 6. — *Diatomacées* (*).

a noté avec exactitude que ces eaux deviennent *vertes*, tandis que les bonnes eaux sont *bleues;* comme celles du Rhône, à Genève, au sortir du lac, qui sont tellement bleues qu'on s'est demandé si elles n'étaient pas teintées d'iode. Les eaux vertes deviennent de plus en plus communes; il en est, du reste, aussi de grises, de brunes, de noires.

La faune et la flore aquatiques ne tardent pas, dans ces circonstances, à changer de caractère. Les poissons, les batraciens, les mollusques disparaissent successivement et font place aux infusoires. Le cresson de fontaine, les épis d'eau, les véroniques, qui ne poussent que dans de bonnes eaux, cèdent aux premiers degrés de souillure. Les roseaux, patiences, ciguës, menthes, salicaires, scirpes, joncs, nénuphars, s'accommodent encore d'eaux médiocres. *Arundo phragmites* est la plus robuste des plantes aquatiques et persiste la dernière. Puis, il n'y a plus que les Algues, vertes, bleues, brunes : *Confervacées*, *Characées*, *Phycochromacées*, *Diatomacées* (fig. 6); enfin, les Algues sans chlorophylle ni phycochrome, *Leptotrichées*, *Cladotrichées*, *Beggiatoées* (fig. 7); et les *Bactéries*.

Fig. 7. — *Beggiatoa alba.* 180 : 1. *Groupes de filaments fixes* (Zopf).

On peut, si l'on dispose d'un terrain suffisant, se donner le spectacle en sens inverse de cette dégradation de la vie dans les eaux à mesure qu'elles sont plus sales. On n'a qu'à creuser, à la suite les uns des autres, quatre ou cinq bassins de décantation, se déversant du premier au dernier, à la faveur d'une certaine différence de niveau et par des déversoirs de superficie. On fait arriver dans le bassin le plus élevé, avec quelques précautions, de l'eau d'égout ou de l'eau de désuintage des laines. La vie apparente disparaît dans le premier bassin; des végétaux complaisants se montrent dans le second; il y en a de plus délicats et

(*) A, *Navicula viridula.* — B, *Pinnularia viridis.* — C, *Pleurosigma attenuatum.* — D, *Gomphonema constrictum.* — E, *Tabellaria fenestrata.* — F, *Diatoma vulgare.*

quelques mollusques dans le troisième; les grenouilles nagent déjà dans le suivant; enfin, sur les bords du dernier, poussent les herbes de la meilleure qualité, et le poisson que l'on y met continue à vivre.

L'influence des eaux industrielles sur le poisson a été étudiée, en 1872, par Grandeau, à propos des soudières de Dieuze. Elle a été reprise récemment par C. Weigelt, à l'occasion du dépeuplement de certains cours d'eau en Alsace, et d'un concours institué par le roi de Saxe, en coïncidence avec l'Exposition d'hygiène de Berlin (1883). L'auteur a examiné l'action, sur les truites et sur les tanches, de diverses substances vénéneuses ou suspectes. Parmi celles que l'industrie met le plus souvent dans les eaux, il a reconnu la haute nocuité, pour ces animaux, du *chlorure de chaux*, à des doses variant entre 0,0008 et 0,005 p. 1000; de l'*acide sulfureux* (0,0005 p. 1000); de l'*acide sulfhydrique* (0,01 à 0,001 p. 1000); du *sulfure de sodium* (0,1 à 0,05 p. 1000); de l'*acide phénique* (0,01 à 0,005); tandis que les acides *chlorhydrique, sulfurique, azotique* sont supportés jusqu'à la dose de 0,1 p. 1000, les acides *oxalique* et *taurique* à doses plus élevées encore, le *carbonate de soude* et le *carbonate d'ammoniaque* à près de 1 p. 1000, et surtout les *chlorures de sodium* et de *calcium* jusqu'à 10 p. 1000, à la condition que la température ne dépasse pas 9°. En effet, cette dose devient mortelle à 20°, comme l'avait remarqué Grandeau. C'est donc avec raison que Poincaré, en 1881, innocentait les chlorures, versés dans le Sanon par les usines de la Compagnie Solway et qui ne montent pas à plus de $0^{gr},28$ par litre, d'une maladie des poissons de la Meurthe, qui fut d'ailleurs reconnue pour être de nature parasitaire.

Dans les expériences de Weigelt, les truites se montrèrent plus sensibles que les tanches; les individus jeunes plus que les grands; la nocuité des eaux toxiques augmentait avec la température. Ces eaux parurent ne pas influencer les œufs, protégés par leur membrane d'enveloppe; mais l'embryon sorti présentait le maximum de susceptibilité. Enfin, ces mêmes eaux ruinaient les résultats de la fécondation, si elles se rencontraient avec la liqueur spermatique.

Mais l'auteur se hâte de déclarer que ses expériences sont fort éloignées de ce qui se passe dans la nature et que jamais les poissons des cours d'eau n'y trouvent des proportions de substances toxiques approchant de celles de ses solutions. C'est donc que les poissons des rivières souillées ne trouvent plus dans ces eaux, dont la faune et la flore sont, d'ailleurs, si modifiées, les conditions de leur existence. La truite, en particulier, est très difficile et veut des eaux vierges. Les poissons désertent donc et, probablement aussi, leur frai réussit mal.

Nous partageons cette manière de voir. Cependant, il arrive quelquefois que ces empoisonnements aigus auxquels Weigelt ne croit pas, se réalisent par l'afflux soudain et en un seul coup d'un liquide industriel toxique dans une rivière peu considérable. Nous avons vu, un jour, la Seille charrier des milliers de poissons, morts brusquement du tribut des Salines de Dieuze; les paysans ne s'empressaient pas de recueillir ces épaves et quelques-uns, paraît-il, qui mangèrent de ce poisson, furent malades. Une autre fois, c'était la Deûle, à son entrée dans Lille, dont la surface était couverte de poissons, d'ailleurs médiocres, le ventre en l'air. Il y a, en amont, plusieurs usines très compromettantes, spécialement une fabrique de produits chimiques.

Avec l'aide et les conseils du professeur Alexandre Müller, Weigelt a aussi expérimenté les eaux ménagères et les eaux d'égout renfermant des matières fécales. Les unes et les autres se montrèrent antipathiques aux poissons; mais celles dont l'action meurtrière parut la plus rapide et la plus énergique furent les eaux d'égout additionnées de matières fécales. Les analyses décelaient, dans

les gaz de l'eau d'égout, 76 0/0 d'acide carbonique; l'oxygène, par rapport à l'azote, était comme 1 : 27; dans les eaux ménagères, il n'y avait que 39 0/0 de CO^2; oxygène 1, azote 10. Probablement aussi qu'il se rencontrait, dans l'eau d'égout, de l'hydrogène sulfuré, lequel est toxique à petites doses pour les poissons, comme il a été dit plus haut. Mais le fait capital est évidemment, en ceci, la privation d'oxygène. *Les poissons meurent d'asphyxie bien plus que d'empoisonnement.* En fait, il est beaucoup d'espèces, les carpes, les tanches et même les perches (Lavalette-Saint-Georges, Bouchardat), qui sont très friandes des excréments humains et s'en alimentent avec succès. Ce qui n'empêche pas qu'on observe une grande « mortalité de poissons » dans la Sprée, chaque fois qu'une pluie d'orage, abondante et brusque, a poussé dans la rivière le trop plein des « déversoirs de nécessité ». Les poissons se trouvent soudain dans une eau qui a absorbé tout l'oxygène pour les oxydations dont elle est le foyer. C. Aird a remarqué qu'on les voit alors, les petits surtout, venir avaler de l'air à la surface. Mais comme ils doivent introduire l'air de l'eau par leurs branchies et non l'air atmosphérique par la bouche, ils ne succombent pas moins à l'asphyxie.

On a dit, avec raison, que la destruction des poissons est une perte certaine d'aliments. Il faut ajouter qu'en supprimant la pêche, elle enlève du même coup à bien des gens l'occasion d'une promenade et d'un exercice au grand air, que l'hygiène voyait d'un bon œil. Le canotage, à Lille au moins, résiste à la souillure des cours d'eau; il serait, pourtant, plus favorable encore à la santé s'il ne plaçait point les amateurs dans une atmosphère affadie par les émanations de l'eau sale. L'usage du bain de rivière, dans de pareilles conditions, devient un acte de courage et se perd peu à peu. Enfin l'eau ne se prête même plus aux lavages vulgaires, à l'arrosage des rues, et l'industrie d'aval finit par être ruinée d'eau par l'industrie d'amont.

A d'autres égards, la précipitation des matières en suspension dans l'eau fluviale accumule la vase dans le lit du fleuve, compromet l'air environnant, entraîne à des dragages coûteux et même exhausse le fond du lit, comme il est arrivé à la Bièvre, à Paris, à l'Escaut, de Cambrai à Valenciennes, au Danube, à Vienne.

La projection des eaux d'égout aux rivières pollue les cours d'eau à l'égal de l'industrie, surtout (mais pas beaucoup plus) si les égouts reçoivent les matières fécales et toutes proportions gardées. Toutefois, il est clair que le degré de souillure dépend beaucoup de la puissance du fleuve, de son débit et de la rapidité de son cours par rapport au nombre des habitants qui en usent. Les hygiénistes allemands, qui ont eu recours à cette formule très rationnelle, à Nüremberg en 1877, songeaient à Cologne qui dispose du Rhin, à Francfort qui a le Mein à ses portes, à Munich traversée par l'Isar. On voulait, avec raison, instituer le « tout à l'égout » et, provisoirement au moins, charger le fleuve d'emporter l'intégralité des immondices. Un peu plus tard (1882), Emmerich montrait que la dilution fécale dans l'Isar ne pouvait dépasser le degré inoffensif. Il est impossible de ne pas reconnaître qu'en effet les inconvénients de la projection des eaux-vannes aux cours d'eau publics sont relatifs et peuvent être très atténués; le Rhin, à Bonn, ne renferme pas plus de matière organique ($0^{mgr},28$ p. 100) à 180 mètres au-dessous de l'embouchure de l'égout collecteur qu'en amont de la ville (Wachendorf). Mais

il n'est pas moins légitime de maintenir le principe : que *le déversement des eaux industrielles ou des eaux d'égout dans les cours d'eau publics doit être interdit*, à moins d'une épuration préalable satisfaisante. Nous ne faisons pas de distinction, et pour cause, entre les égouts qui reçoivent systématiquement la vidange et les autres.

Assainissement spontané des cours d'eau. — Les eaux courantes, affectées d'*inconstance* et de *dépendance*, comme on vient de le voir, tendent néanmoins à reprendre la pureté originelle et y arrivent dans de certaines conditions. Les moyens de l'assainissement spontané des fleuves sont : 1° la *dilution* des impuretés par l'abondance croissante de l'eau, que déterminent les affluents visibles ou souterrains des cours d'eau ; 2° la *précipitation* des matières, favorisée par le frottement sur le fond et les bords de la rivière ; 3° l'*oxydation*, dont les infusoires, les algues, les bactéries et peut-être les végétaux et les animaux supérieurs sont, par de certains côtés, les agents ; le mouvement du flot, qui multiplie les contacts avec l'air atmosphérique, secondant puissamment le phénomène. A mesure que ce travail d'oxydation est plus avancé, il reste de plus en plus d'oxygène libre dans l'eau et la rivière reprend son taux normal, 9 p. 1000, comme la Seine à Vernon. Letheby prétendait que l'eau d'égout, diluée dans 20 fois son volume d'eau fluviale pure, est tout à fait inoffensive après avoir cheminé l'espace de 20 milles anglais ; la formule est trop optimiste ; Frankland montra, au contraire, que beaucoup de cours d'eau d'Angleterre ne sont pas assez longs pour avoir le temps d'oxyder toutes les impuretés que les cités riveraines leur ont imposées. Les résultats sont, d'ailleurs, fort variables. Selon Fr. Hulwa, l'Oder n'a repris sa pureté qu'à 32 kilomètres au-dessous de Breslau, tandis que, d'après Hawksley, le Trent, qui reçoit les égouts de 2 millions de personnes avant d'atteindre Nottingham, fournit cependant à cette ville une eau limpide, de bon goût et chimiquement pure. La Wupper, si effroyablement sale à Elberfeld, est redevenue assez pure et limpide à Opladen, quelques milles plus bas, pour être recherchée dans les opérations les plus délicates de la teinturerie. En revanche, l'Escaut, à Gand, n'est pas encore débarrassé des souillures que lui a versées l'Espierre, à 60 kilomètres plus haut. Les analyses de Schelhass, Brunner, Emmerich, ont démontré que l'Isar, qui reçoit, à Munich, quarante-neuf ruisseaux de rue, s'assainit spontanément à un haut degré. Dans l'État de Massachusets, d'après Ripley-Nichols, le Blackstone-River, qui reçoit les égouts de Worcester, est d'une putridité absolue à quelques milles au-dessous de cette cité ; il lui arrive quelques affluents non pollués et, à Blackstone même, à 20 milles en aval, il a semblé assez pur pour pouvoir être proposé comme source de l'approvisionnement d'eau. Le Merrimack-River est encore plus étonnant ; les villes manufacturières de Lowel et de Lawrence s'y déchargent de leurs eaux industrielles et même de leurs eaux d'égout ; cependant, ses eaux, même en aval de Lawrence, sont encore moins altérées que celles du précédent à Blackstone.

Les expériences de Ch. Lauth, contrairement à celles de P. Bert et de Horvath, mais conformes à celles de Hansen, Reincke, H. Buchner, etc., ont montré que

l'agitation de l'eau d'égout à l'air empêche la putréfaction et favorise la combustion rapide des matières organiques en même temps que le développement des Infusoires et des Algues. Le tableau ci-après, emprunté à Gérardin, exprime les effets du mouvement sur l'oxygénation de l'eau, quelle qu'elle soit :

Variations de la quantité d'oxygène dissous dans un litre d'eau avant et après sa chute.

		c. c.
Bois de Boulogne.	Canal, au-dessus de la grande cascade	9,66
	Grande cascade, au rocher sur lequel l'eau se brise...	10,70
Chantilly	En amont du déservoir du grand lac	8,96
	En aval du déservoir	10,20
Gonesse	Puits artésien, à la sortie du tube	2,40
	— après une chute d'un mètre	4,10
Aubervilliers	Puits foré, à la sortie	3,
	— à la surface de l'eau	3,25

Pour épuiser les modes de la souillure, rappelons que les grands cours d'eau ont parfois servi de sépulture aux cadavres d'hommes et d'animaux, après les grandes batailles ou dans les calamités publiques, comme le Rhône pendant la *peste noire* (1348) qui, béni au préalable par le pape Clément VI, reçut par milliers les morts d'Avignon. Aujourd'hui encore, le Gange reste pour les Indiens un fleuve sacré; on s'y baigne par dévotion et l'on confie à ses flots, comme à un Dieu, les dernières dépouilles des parents morts.

Indépendamment de ces rôles divers, les eaux courantes ont encore une action sur les qualités de l'atmosphère qui se trouve à leur contact plus ou moins immédiat. D'une part, les fleuves à cours rapide entraînent avec eux les colonnes d'air dont la base est à la surface de leurs eaux; ce sont des ventilateurs énergiques, assurant la salubrité des habitations élevées sur leurs rives, autant que des « *bras morts* » la compromettraient. D'autre part, ils humectent et rafraîchissent l'air par l'évaporation, que le mouvement du flot favorise encore. Cette humectation arrive facilement à être excessive et nos villes de Lyon (Marmy et Quesnoy), de Bordeaux, Paris même, lui doivent la fréquence de leurs brouillards.

Les fleuves sont des « chemins qui marchent » pour les relations nationales et internationales. L'industrie humaine crée même des cours d'eau artificiels, d'une direction plus simple, d'un tirant d'eau plus régulier, les *canaux*, pour appliquer le plus largement possible ce mode de transport, le moins coûteux de tous. Au point de vue de la qualité des eaux, les canaux devraient infiniment ressembler aux fleuves, desquels ils s'alimentent; quelques-uns ne sont même que des rivières « canalisées ». Malheureusement, la faible pente des canaux, si favorable à la navigation, la grande fréquentation de ces voies commerciales, leurs rapports intentionnels avec les grandes usines, avec les cités manufacturières, les exposent particulièrement aux divers genres de pollution. Quelques-uns d'entre eux, comme à Lille, pénètrent au cœur de la cité, soit pour les facilités du commerce, soit avec l'intention de servir au drainage des rues et au collectionnement des immondices de la voie publique. De tels canaux sont voués à une infection rapide et fatale, lors même que le maintien de la pratique arriérée des fosses fixes, comme en Flandre, les préserverait du déversement systématique des matières de latrines. Ceux qui sont à ciel ouvert, et quelques-uns ne peuvent être autrement, souillent l'atmosphère de leurs émanations. Couverts ou non, il est peu probable qu'ils soient cause d'infiltrations putrides dans le sol, parce que les dépôts vaseux imperméabilisent leur fond. Ils n'influencent donc pas les puits du voisinage. En effet, il est beaucoup de puits, à Lille, très voisins des canaux, dont

l'eau est bonne, sauf sa richesse en nitrates. Ce ne serait qu'en se remplissant brusquement par une pluie d'orage, après de longs jours de sécheresse, que les canaux pourraient permettre l'issue de l'eau par leurs parois crevassées. C'est-à-dire que les infiltrations sont des accidents et non la règle.

Les fleuves n'assainissent plus l'air ni le sol quand au lieu de rouler des flots puissants et rapides dans un lit bien encaissé, ils hésitent dans leur direction, s'étalent, se divisent en bras multiples, changeant même de lit de siècle en siècle. Au lieu d'aider au drainage du sol, ils y entretiennent le marécage et infestent l'air d'émanations putrides. Peut-être que l'insalubrité de la Mésopotamie et des rives de la mer Caspienne, foyer actuel de la peste ; que celle de l'Inde, berceau du choléra, sont dues à des circonstances semblables dans le régime et les allures des fleuves de ces contrées.

Des faits identiques se reproduisent aux deltas de beaucoup de grands fleuves. Mais ici, le mal porte avec lui son correctif pourvu que l'homme sache et veuille l'appliquer. La plupart de ces fleuves qui s'obstruent eux-mêmes, qui se barrent à leur embouchure, le Rhône, le Pô, le Danube, sont des « fleuves travailleurs ». Leurs troubles, les sables, les matières minérales qu'ils apportent avec leurs eaux et qui se déposent au moment où l'arrivée à la mer ralentit leur cours, sont du continent nouveau que les fleuves gagnent sur le bassin maritime, en le comblant à l'aide des fragments arrachés à la montagne. Il y a justement là le moyen d'annuler par le lavage et le *colmatage* les dangereux marais qui se forment dès que se réalise le conflit des eaux douces et des eaux salines. Le procédé a été expliqué (p. 143).

Enfin, les fleuves sont sujets aux crues et deviennent les agents d'inondations, quelquefois fertilisantes quoique peu salubres, comme celles du Nil ; plus souvent désastreuses et coûtant des vies humaines tout d'abord en même temps qu'elles assurent d'une façon durable la ruine de populations nombreuses. En France, le Rhône, la Loire, la Garonne, ont sous ce rapport leurs fastes funèbres. C'est un fléau contre lequel les riverains sont presque toujours désarmés. Les ingénieurs, en ce moment même, en étudient d'une façon active et bien opportune les causes et les remèdes. Il paraît dès maintenant établi que le déboisement des montagnes et la destruction de toute végétation herbeuse (Surell) sur les hauteurs y jouent un rôle considérable et des plus funestes. La végétation, si faible qu'elle soit, retarde la fonte et le glissement des neiges, conduit et retient une portion des eaux dans le sol par le chevelu des racines, en évapore une autre par les parties de la plante à la lumière. C'est donc de ce côté que doit d'adord se porter l'attention des gouvernants, des administrations forestières, des autorités locales. En fait, des améliorations sérieuses sont commencées (voy. p. 112).

Lacs et étangs. — Ces collections aqueuses sont dues à une ou plusieurs des circonstances suivantes : à la portion des eaux de pluie qui n'a pu trouver son écoulement vers les fleuves ni s'infiltrer dans le sol ; aux sources plus ou moins visibles et à l'eau souterraine qui s'épanchent dans les dépressions de terrain formant le bassin des lacs ou étangs ; quelquefois à un fleuve tout entier, qui traverse ces collections ou s'y termine. L'eau des lacs de montagne est très pure ; il est aisé de le comprendre, lorsque les précipitations atmosphériques ont la plus grande part dans l'entretien de la masse aqueuse ; le défaut de déplacement limite, en effet, l'action dissolvante de cette eau et les occasions de souillure organique sont rares ou

nulles. Mais l'eau du lac se purifie encore par le simple repos, comme l'ont démontré Hermann Fol et Dunant, Plagge et Proskauer, lorsque le lac n'est que l'évasement du lit d'un fleuve, ainsi qu'il arrive pour le Rhône par rapport au lac de Genève, à d'autres rivières ou lacs de Suisse et, d'une façon un peu différente, au lac de Tegel par rapport à la Havel.

Les lacs et étangs tournent aisément au *marais*, par insuffisance de tributaires et de courants d'écoulement. Il n'est pas impossible que le voisinage des groupes humains leur inflige les mêmes souillures qu'aux fleuves, avec une gravité qui est en raison inverse de la masse liquide qu'ils contiennent.

Les oscillations de la *température* de ces eaux sont soumises à des influences analogues ; une grande profondeur maintient le degré thermique dans des limites peu étendues. En été, par suite du peu de mobilité de l'eau, la température est plus élevée à la surface que dans la profondeur.

Le lac de Gérardmer, dans les Vosges, essentiellement constitué par les eaux météoriques, a une eau presque exempte de matières minérales, suivant Braconnot. Celle du lac Starnberg, étudiée par Mendius et par Thiem, au point de vue de l'approvisionnement de Munich, en renferme seulement 50,2 milligrammes par litre ; celle du lac Rachel, dans la forêt de Bohême, 70 milligrammes (Johnson). L'eau du lac de Zurich, en janvier, par les basses eaux et à une température de 3°,5, a offert à Moldenhauer un résidu de 139mgr,3 (Knapp, Wolffhügel). Nous reproduisons ci-dessous un tableau emprunté par Wolffhügel à Veitmeyer et Bischoff, relatif à la constitution des eaux de quelques lacs qui alimentent Berlin ou qu'il est question d'exploiter pour cet office. Les analyses sont dues à Finkener.

CONSTITUTION DE L'EAU.	LAC DE TEGEL.		MUGGELSEE.		LANGENSEE.	
	LAC.	PUITS D'ESSAI.	LAC.	TROU DE FORAGE aux environs.	LAC.	TROU DE FORAGE aux environs.
	mgr.	mgr.	mgr.	mgr.	mgr.	mgr.
Résidu après évaporation	188.3	231.7	151.7	160.7	170.5	222.0
Permanganate de potasse employé	12.9	3.8	22.8	3.8	36.0	10.1
Perte au rouge	13.6	15.2	20.2	15.4	20.3	8.2
Chlore	12.6	21.5	10.2	10.4	16.0	22.8
Acide nitrique	2.1	5.4	2.0	1.0	0.4	0.6
Ammoniaque	0.7	0.8	0.9	0.4	2.0	2.4
Acide sulfurique	10.2	17.7	20.8	8.0	12.4	8.9
Oxyde de fer et alumine	1.3	0.7	0.8	0.5	0.5	3.6
Chaux	63.5	84.3	44.1	53.5	49.9	77.1
Magnésie	8.1	6.8	3.7	8.1	7.2	8.3
Degrés hydrotimétriques	7.5	9.4	4.9	6.5	6.0	8.9
Acide carbonique	55.1	61.5	29.4	44.2	42.9	63.5
Gaz.. Acide carbonique	2.74	1.79	1.94	7.71	2.20	10.58
Gaz.. Oxygène	9.63	2.96	9.06	3.71	5.80	»
Gaz.. Azote	18.64	17.86	17.12	17.48	14.14	»

Comme il sera dit plus loin, l'eau des lacs peut servir à l'approvisionnement des groupes humains. Dans le sud de notre Algérie, où les cours d'eau tarissent en été, les indigènes et leurs troupeaux s'abreuvent à de grandes flaques (*redirs*) formées par la pluie dans des dépressions de terrain

imperméable. C'est une boisson des plus médiocres. Quant aux lacs sans profondeur, à eau saumâtre, qu'on appelle les *chotts*, ils sont tout à fait impropres à la boisson.

L'eau des marais. — C'est déjà celle des *chotts* et des *redirs*. On n'en utilise de pareilles que le moins possible, pour quelque usage que ce soit, en pays civilisé. Il n'est pas certain que la fièvre intermittente puisse venir par ce véhicule (voy. page 196); mais il vaut mieux s'abstenir, quand on peut faire autrement, que de boire l'eau de marais. Cependant, il existe, paraît-il, dans les plaines basses de l'Allemagne du Nord, des localités rurales qui ont dans leur voisinage des mares où l'eau se trouble aux premières chaleurs par le développement d'organismes inférieurs; puis, cette végétation précipite d'elle-même en clarifiant, au-dessus d'elle, l'eau, qui redevient potable et dont on boit, en effet, sans inconvénient.

L'eau des marais, au point de vue des caractères qui dépendent de la provenance, ressemble à l'eau des lacs et étangs. Elle est encore plus exactement soumise à l'action de la température extérieure, puisque les marais manquent essentiellement de profondeur. Même sans être précisément impure, et par ce fait qu'elle subit le contact de l'air sans être en mouvement, elle renferme les Diatomées et des algues vertes dont se nourrissent

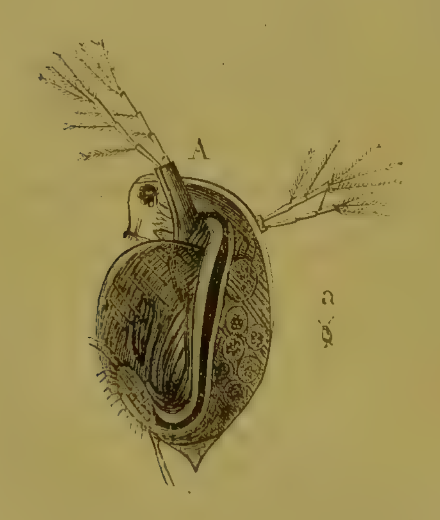


Fig. 8. — *Daphnia pulex*, *a*, grandeur naturelle; A, le même très grossi.

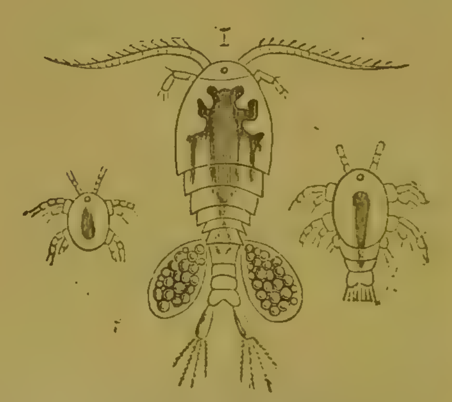


Fig. 9. — *Cyclops quadricornis*, d'après Brehm, *la Vie des animaux*.

les grands Infusoires. On y rencontre des Infusoires ciliés, *Nassula*, *Loxodes*, *Urostyla;* des Entomostracés, *Daphnia* (fig. 8), *Cyclops* (fig. 9) et *Cypris*, des Rotateurs, des vers nématodes. Quand il y a des matières organiques en suspension, des champignons inférieurs, suivant F. Cohn, se développent sur leurs débris : *Leptomitus lacteus, Penicillium glaucum*, *Mucor mucedo*, *Aspergillus;* puis d'autres Infusoires apparaissent : Amibes, *Paramecium aurelia*, *Amphileptus lamella*, *Oxytricha pellionella*, *Epistylis*, *Chilodon cucullus*, *Euplotes charon*, des Anguillules, des Rotateurs (*Rotifer vulgaris*), etc. Les œufs de beaucoup d'Entozoaires sortent de là : Trichocéphale, Strongle, Douves, Bothriocéphale, Tænias.

Ce qui peut être le moins démontré, malgré une infinité de tentatives, c'est la présence dans l'eau des marais du principe, vivant ou non, des fièvres palustres.

B. Eaux souterraines.

Nous avons exposé antérieurement (chap. I, page 55), le mode de formation de la *nappe souterraine*. Au point de vue qui nous occupe actuellement, cette nappe est une collection aqueuse, plutôt virtuelle que libre, composée d'une infinité de filets ténus, circulant (Gosselet) autour de chaque particule du sol poreux et se déplaçant d'ensemble dans un sens qui porte la masse vers les collections visibles, fleuves et lacs, avec des chances de voir quelquefois, sous l'influence des crues, l'eau de ces collections superficielles refluer vers l'eau souterraine.

Sauf ce dernier cas, les nappes souterraines sont de vastes réservoirs d'une eau qui devient de plus en plus pure, au fur et à mesure de son cheminement dans le sol, qui est très lent dans le sens vertical, aussi bien que dans le sens horizontal, ainsi qu'il a été dit. Même lorsque le trajet à parcourir n'a pas été long et n'a point dépassé quelques mètres, s'il s'est fait à travers le sol normal, l'eau a eu le temps et les moyens d'abandonner à ce filtre naturel les organismes amenés de la surface et d'y oxyder les matières organiques solubles qu'elle a lavées à l'extérieur. C'est pour cela, précisément, que les sources présentent, à leur sortie de terre, une eau pure, c'est-à-dire *exempte de matière toxique ou infectieuse*, et douée aussi de propriétés moins négatives.

Les *sources* ne sont que l'apparition spontanée de la nappe souterraine sur un point particulier; leur eau est d'abord de l'eau de la profondeur. Les *puits*, qui sont la mise au jour, voulue et artificielle, de la nappe souterraine, ne diffèrent pas, originairement, des sources. Nous rattachons l'une et l'autre modalité à cet article.

Les sources. — C'est l'eau de la pluie qui, infiltrée dans le sol jusqu'à la profondeur où se rencontre une couche imperméable, a formé une *nappe souterraine*, puis a reparu sur quelque point de la surface, comme l'expliquait Bernard Palissy, à la faveur de l'inclinaison de la couche imperméable. Les stratifications, en effet, sont rarement horizontales ou seulement parallèles à la surface du sol (*synclines*); le plus souvent, elles sont *isoclines* ou *anticlines*, c'est-à-dire qu'elles ramènent les eaux des deux pentes d'une même vallée vers le fond de celle-ci ou les en écartent; dans ces deux derniers cas, l'eau tend à sourdre et à jaillir au point le plus déclive de la couche imperméable, là où elle affleure à la surface.

La figure 10, d'ailleurs schématique, montre comment il peut jaillir en C, une source provenant de la couche perméable D C. Elle représente encore une autre circonstance géologique, en raison de laquelle l'eau jaillit en un point beaucoup plus élevé que la portion déclive de la nappe souterraine, c'est la présence d'une lame de porphyre ou de trapp, coupant plus ou moins perpendiculairement les

stratifications. Dans ce cas, le porphyre forme digue et oblige l'eau à remonter, en S par exemple.

Enfin, il arrive que l'apparence de source jaillissante est due à ce que les géo-



Fig. 10. — *Schéma de l'origine des sources* (*).

logues appellent une *faille*. C'est ainsi que la figure 11, due au professeur Chandler, reproduit le mécanisme suivant lequel sourdent les eaux minérales de la vallée de Saratoga (New-York). L'eau du terrain perméable B, à droite de la figure,

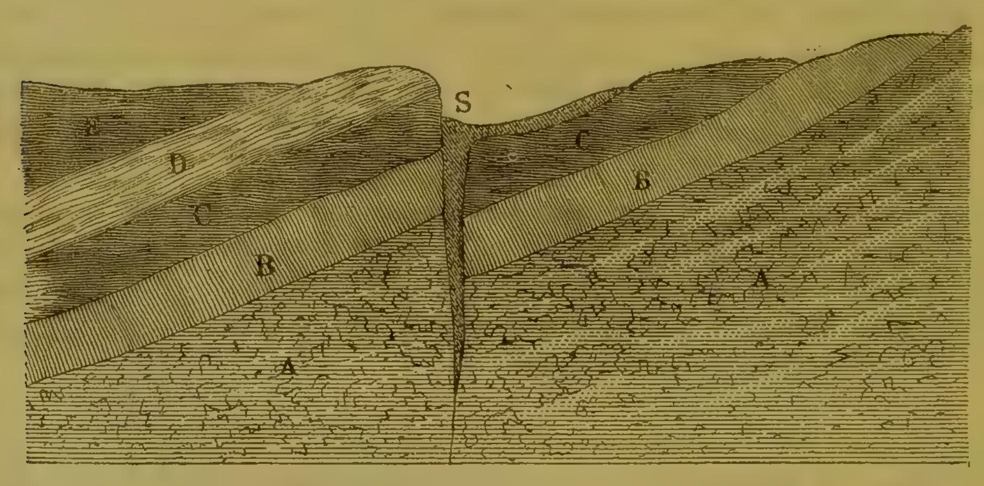


Fig. 11. — *Mécanisme suivant lequel sourdent les eaux minérales de la vallée de Saratoga* (**).

tombe au fond de la faille et, ne rencontrant que des roches compactes, est forcée de remonter; n'étant pas suffisamment reprise par la portion de gauche de la couche perméable, qui regarde en haut, elle reflue jusqu'à la surface S.

On peut, d'après ces faits, être certain que les couches profondes du sol retiennent fréquemment des nappes souterraines, destinées à ne pas apparaître au jour spontanément, soit à cause de leur horizontalité uniforme, soit parce que de larges lacunes entre les assises des terrains, des fissures en sens perpendiculaire ou oblique, ou bien une perméabilité presque indé-

(*) AB, assise imperméable. — CD, couche perméable. — S, source déviée par un filon de porphyre.

(**) AA, terrain imperméable. — BB, couche perméable. — CC, D, E, couches superficielles. — S, point où l'eau reflue par la faille.

finie, les ont conduites à une grande profondeur. Là, les eaux souterraines forment des fleuves ou des lacs invisibles qui, parfois, communiquent avec les eaux visibles d'une façon imprévue et en influencent le niveau ou le courant. Dans le langage de l'hygiène, elles n'appartiennent plus à la nappe souterraine. Ce sont elles que va chercher la sonde pour les *puits artésiens*.

Si l'homme, sur quelque point, va à la recherche de la nappe souterraine, en creusant dans l'épaisseur du sol, il la rend apparente et crée, à des profondeurs variables, une collection d'eau qui, d'ordinaire, ne jaillit point, mais, sauf cela, ne diffère en rien, *primitivement*, de l'eau des sources. Ce sont les *puits*, qui, *pratiquement*, forment une classe de sources, tout à fait à part, à cause de la facilité et de la régularité avec lesquelles leur eau est influencée par la présence de groupes humains sur le sol correspondant.

Caractères des eaux de source. — Il est impossible d'assigner *à priori* des caractères spécifiques aux eaux de source; l'idée contraire est même un écueil dont il faut se garer. Ce qui est le plus constant, c'est que les eaux de pluie, si elles ont entraîné dans le sol des matières organiques, les y perdent par la transformation de ces matières en sels, à la faveur du cheminement très lent des eaux d'infiltration à travers les couches perméables. Les eaux de source, *à leur émergence*, sont donc toujours très pauvres en matières organiques, suspendues ou dissoutes, et en micro-organismes. En revanche, elles ont pu dissoudre largement l'acide carbonique de l'air du sol.

Par leur action dissolvante commune et surtout par l'aide que leur donne leur richesse en CO^2, ces eaux attaquent les couches *perméables*, qu'elles traversent, et même les couches *poreuses*, qui les gardent jusqu'à ce que de nouvelles infiltrations viennent les déplacer. Elles font passer à l'état de bicarbonates les carbonates de chaux et de magnésie, peu solubles dans l'eau ordinaire, mais assez solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique (Fresenius, Bischof, Mohr), et dissolvent des proportions notables de ces sels terreux. Le même fait se produit vis-à-vis des oxydules de fer et de manganèse. Les silicates alcalins et terreux de l'argile, du feldspath, du granit, des schistes, qui ne sont pas insensibles à l'action de l'eau pure (Dietrich), sont eux-mêmes attaqués par les eaux acidules, selon l'observation d'Ebelmen. La présence des sels ammoniacaux favorise le phénomène en provoquant des doubles décompositions; de même, le carbonate de magnésie en présence du gypse se transforme en sulfate soluble.

Il résulte de là que la constitution des eaux de source varie essentiellement d'un lieu à un autre et dépend de la nature des terrains que l'eau a traversés dans sa route souterraine. L'eau des roches silicatées, Quartz, Feldspath, Granit, Gneiss, Porphyres, Basaltes, Syénite, est pauvre en éléments minéraux. Moins pauvre est l'eau des terres argileuses, qui renferment également de la chaux et de la magnésie, et celle du sable, dont les grains sont le plus souvent agglomérés par de la marne calcaire. L'eau des terres calcaires, de la craie, de la dolomite, est la plus riche en carbonate de chaux et de magnésie. Les sulfates et les chlorures prédominent dans les eaux des terrains gypseux. L'eau des terrains humifères, toujours assez minéralisée, l'est plus dans l'humus formé de débris argileux et calcaires que dans celui

dont le sable et les graviers siliceux forment la masse; elle accuse, dans l'un et l'autre cas, son passage sur des débris organiques par la présence de la potasse, de l'ammoniaque, de l'acide phosphorique, ou de leurs combinaisons, et en moindre quantité, de l'acide silicique, de la soude, de la chaux, de l'acide sulfurique (Way, Liebig).

On s'explique, en conséquence, que les éléments minéraux habituels des eaux de source, les plus *naturelles* de toutes les eaux, soient l'*oxygène*, l'*azote*, l'*acide carbonique;* les *carbonates de chaux*, *de magnésie*, *de fer*, dissous à la faveur de cet acide*;* la *silice* libre et les *silicates alcalins* et *terreux;* les *sulfates de chaux* et *de magnésie*, le *chlorure de sodium;* exceptionnellement, les *sulfates*, *chlorures* et *nitrates d'ammoniaque*, *de potasse*, *de soude*, *de chaux*. Les trois gaz de l'air, les sels de chaux, le sel marin, n'y manquent à peu près jamais. On peut, sous réserve de l'examen bactériologique, regarder comme pures les eaux qui ne renferment pas plus de 50 à 60 parties de matières dissoutes pour 100,000 d'eau, dont 15 à 25 sont constituées par la chaux et la magnésie, 2 à 3 par le chlore, 8 à 10 par l'acide sulfurique, quelques cent-millionièmes par l'ammoniaque, l'acide azotique ne s'y révélant point.

FORMATION.	CONTRÉE.	L'EAU CONTIENT EN MILLIGRAMMES, PAR LITRE.							DEGRÉ HYDROTIMÉTRIQUE (allemand).
		Résidu.	Matière organique.	Acide nitrique.	Chlore.	Acide sulfurique.	Chaux.	Magnésie.	
Granite	Thuringe	24.4	15.7	»	3.3	3.9	9.7	2.5	12.7
—	—	70.0	4.0	»	1.2	3.4	30.8	9.1	43.5
—	Silésie	210.0	4.7	»	traces.	10.3	44.8	21.0	74.2
Mélaphyre	—	160.0	19.2	»	8.4	17.1	61.6	22.5	93.1
Basalte	—	150.0	1.8	»	traces.	3.4	31.6	28.0	60.8
Porphyre alumineux	—	25.0	8.0	»	»	3.4	5.6	1.8	8.1
Schiste argileux	Steben	120.0	»	0.5	2.5	24.0	50.4	7.3	60.6
—	Saxe	60.0	17.3	»	8.8	1.7	2.8	3.6	7.8
—	Greiz	70.0	17.0	traces.	2.0	5.0	5.6	1.8	8.0
—	—	80.0	21.0	traces.	10.6	10.0	44.0	10.8	59.1
Grès bigarré	—	125.0 à 225.0	13.8	traces. à 9.8	4.2	8.8	73.0	48.0	139.6
—	Près de Meiningen	300.0	9.1	4.0	5.2	3.4	95.2	7.2	105.0
—	Près de Gotha	190.0	4.0	traces.	8.9	27.5	39.2	28.0	78.4
—	Près de Rudolstadt	90.0	2.6	»	7.5	»	10.0	3.6	15.0
Muschelkalk	Près d'Iéna	325.0	9.0	0.21	3.7	13.7	129.0	29.0	169.5
Dolomie	(Chiffres moyens)	418.0	5.3	2.3	traces.	traces. à 34.0	140.0	65.0	231.0
Gypse	Près de Rudolstadt	2365.0	traces.	traces.	161.0	1108.3	766.0	122.5	927.5

1 degré hydrotimétrique allemand = 1,25 anglais = 1,79 français.

Selon la prédominance de telle ou telle roche dans une contrée, les eaux offrent une prédominance relative des éléments minéraux correspondant à cette roche, ainsi qu'il ressort du tableau précédent, emprunté à Reichart (d'Iéna).

L'eau de quelques sources provenant de terrains tourbeux ou d'analogues renferme des molécules organiques réfractaires à l'oxydation, certains

éléments solubles de l'humus, les acides *crénique*, *apocrénique*, *humique*, *formique* (Schérer, Gorup-Besanez, Vogel).

La proportion de *gaz* dissous dans l'eau de source est habituellement peu élevée, puisque cette eau n'a pas eu de contact avec l'atmosphère avant son émergence. Boussingault indique le maximum de 35 centilitres par litre. Ces gaz sont ceux de l'air et surtout l'acide carbonique, abandonné par les bicarbonates au moment où l'eau voit le jour.

La *température* de l'eau de source est à peu près *constante*, ce qui lui assure d'ordinaire, pendant la saison chaude, le mérite de la fraîcheur. Dans nos contrées, elle est entre 10 et 12 degrés, c'est-à-dire voisine de la moyenne thermique du lieu.

Quelques eaux minérales et celles des puits artésiens, venues de grandes profondeurs, ont une température en conséquence et assez élevée pour qu'on puisse en donner des bains chauds. L'eau du puits de Grenelle (548 mètres) sort à 28°; celle du puits artésien de Rochefort (856 mètres) arrive à plus de 40 degrés.

Valeur sanitaire des sources. — On ne doit pas formuler de jugement absolu sur l'eau de source. On a fait remarquer qu'elle est facile à amener dans les villes par les seules forces de la gravitation; mais beaucoup de villes sont à un niveau plus élevé que l'émergence des sources dont elles disposent et ce n'est qu'un jeu, aujourd'hui, pour les ingénieurs, d'installer des machines élévatoires. Bouchardat, après Hippocrate et J.-P. Frank, a répété qu'il faut juger des eaux par la santé des habitants des lieux où l'on en use; mais, outre qu'il est bien désirable, quand il s'agit de sources que l'on ne connaît point et que l'on voudrait utiliser, de ne pas faire sur l'homme des expériences qui peuvent être dangereuses, il faut bien se dire que l'eau de source elle-même, à moins d'être soigneusement protégée dès le point où elle sort de terre (et même un peu avant), n'est pas à l'abri de toute influence extérieure. Telle qui a longtemps abreuvé un hameau avec avantage pourrait ne pas rester sans tache si le hameau devenait une ville. Il est des sources avoisinant les terrains sur lesquels se font des irrigations à l'eau d'égout ou d'industrie, par conséquent à distance des villes, et qui n'en sont pas mieux protégées, parce que des crevasses, des galeries de taupes, à un jour donné, mènent tout droit les eaux de surface dans la profondeur. Ailleurs, l'eau de source jaillit en pleine campagne, mais traverse, avant d'être introduite dans l'aqueduc qui la porte jusqu'à une ville populeuse, un faible groupe d'habitations auquel on n'a pas attaché d'importance ; ou encore, le canal fermé qui contient l'eau de source présente quelque fissure, juste au niveau des rares maisons situées sur son passage. Un jour, dans quelqu'une de celle-ci, il y a le choléra ou la fièvre typhoïde; puis un peu après, la fièvre typhoïde ou le choléra éclatent dans la ville en aval. Et de lourds soupçons, non sans apparence de fondement, pèsent sur cette eau de source, d'ailleurs pourvue de toutes les qualités (Gênes, Clermont-Ferrand).

En fin de compte, l'eau de source est *pure*, tant qu'elle reste l'*eau souterraine*, dans sa virginité première ou reconstituée (par la filtration) ; c'est-à-

dire quand elle est éloignée ou à l'abri des influences du voisinage de l'homme. Si elle devient un moment « *eau de surface* », elle a les mêmes chances de souillures que celle des fleuves et que celle des lacs et étangs dont il a été question.

Notons que les sources, si légitimement recherchées pour l'alimentation des villes, n'ont pas un débit absolument constant. On en connaît qui ont baissé spontanément et trompé de graves calculs. Certaines administrations municipales ont essuyé, de ce chef, de véritables catastrophes financières.

Les puits. — On distingue les *puits plats*, creusés dans la première nappe, c'est-à-dire dans la véritable nappe souterraine, et les *puits profonds*, que l'on descend jusqu'à une seconde nappe et auxquels Frankland assignait une profondeur d'au moins 30 mètres. Surtout, comme les puits sont le véritable moyen d'accès et le plus commun jusqu'à la nappe souterraine, on a séparé ceux des nappes sous-jacentes aux grandes villes des puits qui fournissent l'eau d'une nappe sans soupçon, par exemple de celle qui s'étend sous le sol d'une petite localité champêtre sans établissement industriel.

Ces distinctions ont perdu beaucoup de leur importance depuis que, par l'expertise bactériologique des eaux, par la vérification des résultats du filtrage, par l'étude des propriétés du sol, on a appris que la nature et l'abondance des substances chimiques de l'eau des puits n'ont pas de rapports (Heræus, Plagge et Proskauer, Ch. Girard) avec la richesse en bactéries, et surtout en bactéries pathogènes, et que le sol, même celui des villes, n'est pas absolument disposé à laisser pénétrer dans les puits des matières infectieuses, sans parler encore des constatations de C. Fränkel, qui portent à croire que les couches telluriques en contact avec la nappe souterraine n ont habituellement plus de micro-organismes. La condamnation sommaire des puits plats serait excessive, car il en est beaucoup d'excellents ; l'installation systématique de puits profonds de 30 mètres serait souvent puérile et coûteuse, attendu qu'elle est rarement nécessaire. Il peut y avoir et il y a souvent, dans de très petites localités, des puits détestables, parce qu'ils sont mal construits et mal protégés contre les souillures *extérieures*, alors que la nappe est irréprochable. Et l'on peut rencontrer, en pleine grande ville, des puits dont l'eau, sans être parfaite, au sens de la chimie, est néanmoins pure, dans le sens que nous avons défini plus haut. Dans les villes, les puits sont mieux abrités que dans les campagnes contre les influences du dehors. Quant à la constitution de la nappe urbaine, elle est communément assez riche en *nitrates*, en *chlorures* et même en *ammoniaque ;* mais elle l'est beaucoup moins qu'on ne croit en *matière organique*, en substances dérivées de la putridité et en micro organismes.

On a été, naguère, sur le point de déclarer fait général et constant les infiltrations putrides à travers le sol, verticalement ou horizontalement, dans la nappe souterraine des villes. Nous avons suffisamment montré jusqu'à présent que cette présomption demande une analyse sévère. Il y a sans doute, dans les villes à fosses fixes, quelques-uns de ces récipients qui ne

sont pas étanches ; certaines de ces villes ont même des puits absorbants. Mais rien ne prouve qu'à la suite d'épanchements de matières fécales dans le sol, à la faveur de cette brèche, des molécules organiques et des bactéries aient gagné la nappe souterraine et, par cette voie ou par quelque autre, aient reparu dans l'eau des puits. Les observations commencent plutôt à prouver le contraire et, spécialement, celle des filtres de sable (Berlin), qui, avec une épaisseur d'un mètre, dépouillent assez exactement de ses germes une eau quelconque. Émile Trélat a été large lorsqu'il a concédé que les bacilles typhiques, dans l'épidémie de Pierrefonds, ont pu être transportés par la nappe souterraine à travers une épaisseur de 20 mètres de sol sableux. En réalité, lorsqu'il y a des échanges souterrains entre les fosses et les puits, c'est à la faveur d'une extrême proximité de ceux-ci avec celles-là, et surtout d'accidents, que l'on pourrait dire d'une nature grossière, à la suite desquels des voies de communication s'établissent. Il existe, à Lille, dans la ville ancienne et dans la nouvelle, un très grand nombre de puits dont on boit dans les meilleures maisons ; les consommateurs vantent même leur eau et ne paraissent ressentir de son usage aucun inconvénient. Ce n'est que dans les quartiers pauvres et encombrés que l'eau de puits donne la fièvre typhoïde.

Il suffirait, selon nous, de diviser les puits en deux classes : ceux qui sont exactement protégés contre les influences extérieures et ceux qui ne le sont pas. Ces derniers comprendraient tous les puits qui ne sont que des sortes de *réservoirs* cylindriques, dans lesquels l'eau arrive par en bas, à parois plus ou moins bien maçonnées et cimentées, mais à large orifice, élevé ou non au-dessus du sol et ouvert d'une façon permanente ou temporaire. Les autres seraient les puits exactement fermés sauf à la partie inférieure et surmontés d'une *pompe* assez bien ajustée pour qu'aucune impureté ne puisse couler dans le puits, le long de son tuyau.

Les « *puits tubulaires* » (*Tubular Wells*, *Röhrenbrunnen*) sont, évidemment, l'idéal du genre. Dans la construction de ces puits, les deux opérations du *sondage* et du *tubage* sont simultanées, au lieu d'être successives. Le puits est formé d'une suite de tubes creux en fer, de 3 à 8 centimètres de diamètre, que l'on enfonce dans le sol par les procédés ordinaires de sondage et que l'on visse les uns sur les autres au fur et à mesure de l'enfoncement. On pousse cette colonne creuse jusqu'à la nappe liquide et on la couronne d'une pompe ordinaire. On appelle encore ces puits « *instantanés* ». Les Anglais en ont fait un grand usage dans leur campagne d'Abyssinie (sous le nom de *pompe Norton*). Le procédé, malheureusement, n'est applicable qu'aux terrains dans lesquels ces tubes peuvent pénétrer facilement, à la seule condition de garnir l'extrémité inférieure d'une pointe d'acier plus ou moins lourde, ou de la terminer en vis.

Constitution de l'eau de puits. — Lorsque la nappe souterraine n'est pas influencée par la présence des humains et que les puits sont convenablement abrités, leur eau ne diffère pas sensiblement de l'eau de source. Elle est riche en CO^2, oxygénée, et ne renferme que les sels alcalins ou terreux habituellement empruntés au sol, dans des proportions qui ne sont pas faites

pour inspirer des inquiétudes. Les matières organiques dissoutes n'y dépassent pas 15 à 20 milligrammes par litre.

Dans l'intérieur des villes, au voisinage de fosses fixes, de certaines industries, de cimetières, elle se distingue par la présence ou tout au moins l'importance du *chlorure de sodium*, des *nitrates* et parfois des *nitrites*, de l'*ammoniaque* et des *matières organiques*. Une telle eau n'est pas recommandable, mais elle n'est pas pour cela toxique ni infectieuse. Il reste à faire l'examen bactériologique.

L'élévation du chiffre du chlorure de sodium est essentiellement due à l'infiltration des urines dans le sol. Ce sel n'est pas modifié à son passage dans les couches terrestres. Son abondance est donc significative. Les nitrates sont le produit final des oxydations organiques ; c'est le témoignage de ce qui s'est passé, mais aussi la preuve que l'épuration par le sol s'est accomplie. Les nitrites sont un degré de transformation moins avancé. L'ammoniaque, naturellement, est un état encore plus voisin du début de la décomposition. Aussi, le professeur J. Fodor la regarde-t-il comme la véritable mesure de l'impureté des eaux souterraines, ce qui est généralement exact (*Voir* le tableau ci-après). Les sels de potasse et de soude sont, pour la plupart du temps, les mêmes sels préformés des matières animales ou végétales. On dit que la présence de la potasse se rapporte d'ordinaire à la putréfaction des viandes, ou vient des cendres.

Souillures de l'eau souterraine, en milligrammes par litre (Fodor).

EAU SOUTERRAINE.	RÉSIDU.	MATIÈRE ORGANIQUE.	CHLORE.	ACIDE NITRIQUE.	ACIDE NITREUX.	AMMONIAQUE.
Premier groupe.						
Sol pur	2403	58.5	314	549	0.242	1.15
Sol souillé	2419	90.5	353	562	0.269	3.69
Deuxième groupe.						
Près d'une fosse d'aisance	»	80.5	376	538	»	3.09
Loin de la fosse	»	79.5	362	528	»	1.61
Troisième groupe.						
Avec beaucoup de matière organique	»	188.0	417	426	»	6.23
Avec peu de matière organique	»	22.5	203	400	»	0.11

Les matières organiques de l'eau de puits ne sont pas toujours de provenance excrémentitielle ; il s'en faut et il semble que ce soit aller un peu loin que de donner comme sacramentelle la réduction du permanganate de potasse dans l'expertise des eaux, ainsi qu'on le fait encore. La matière organique vient quelquefois simplement du vieux bois qui formait cadre à la margelle du puits et dont les morceaux sont tombés à l'intérieur. Un millier de bactéries typhogènes dans un litre d'eau n'augmenterait pas le poids des matières organiques.

Il est probable que, dans quelques cas, si l'on en juge d'après l'odeur de certaines eaux de puits, il s'y est mêlé de réels produits de *putréfaction*,

hydrogène carboné et sulfuré, acides gras, triméthylamine, phénol, indol, crésol, scatol, etc., comme il y en a déjà dans les matières fécales. Il ne semble pas qu'on y ait reconnu des alcaloïdes cadavériques (*ptomaïnes*), ce qui prouve, d'ailleurs, que le sol cesse rarement d'exercer son action oxydante. Mais il est évident que la présence du « poison septique » n'y est nullement impossible.

Constitution de l'eau des puits (milligrammes par litre).

LOCALITÉS.		CHLORE.	ACIDE SULFURIQUE.	ACIDE AZOTIQUE.	ACIDE AZOTEUX.	AMMONIAQUE.	MATIÈRE ORGANIQUE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	RÉSIDU.	AUTEURS.
Berne	max.	128	80	652	0.4	2.0	beaucoup	342	37	»	Aeby.
	min.	9	17	19	traces	0.1	traces	122	19	»	
Berlin	max.	342	485	358	»	»	717	612	154	»	Reich.
	min.	4	41	6	»	»	88	141	13	»	
Bonn	max.	235	122	334	beaucoup	beaucoup	49	»	»	»	Finkelnburg.
	min.	14	30	traces	0	0	5	»	»	»	
Hambourg	max.	433	389	387	traces	0	243	559	45	»	Wibel.
	min.	21	25	0	0	0	0	33	4	»	
Hanovre	max.	838	991	476	beaucoup	104.4	4198	906	172	»	Fischer.
	min.	36	37	7	0	0	traces	107	10	»	
Magdebourg	max.	886	450	1130	beaucoup	0.2	356	647	39	»	Aeby.
	min.	192	253	113	»	0.1	beaucoup	240	28	»	
Milan	max.	313	»	420	»	7.8	85	»	»	»	Pavesi et Rotondi.
	min.	9	»	1	»	0.2	8	»	»	»	
Hanau	1...	35	»	»	traces	»	85	143		285	Heraeus.
	2...	46	»	12	traces	traces	47.5	104		380	Id.
	3...	76	»	37.5	sensible	traces	49.0	215		575	Id.
	4...	70	»	112	traces	traces	50	118		750	Id.
	5...	385	»	328	beaucoup	considér.	405	260		2035	Id.
Nancy	max.	610	325	6	114	2	50	522		1000	Ritter.
	min.	60	53	traces	traces	0	5	156		300	
Clermont-Ferrand.	max.	128	165	17	»	»	78	130		998	Truchot.
	min.	5	2	40	»	»	4	21		154	
Pierrefonds	max.	98.3	»	beaucoup	quant. n.	trac. not.	18.3	»		»	G. Pouchet.
	min.	16.3	»	traces	traces	0	5.6	»		»	

Le volume et la nature des *gaz* de l'eau de puits ne sont pas moins variables. Ritter, dans les puits de Nancy, trouvait de 27 à 84 centimètres cubes, avec 4 à 6 centimètres cubes d'oxygène et même 8 à 10 dans les puits souvent pompés. Munkacsy, à Budapest, obtient 128^{cc},8 CO^2; 4,82 oxygène ; 27,67 azote.

Il est des puits particulièrement mauvais, soit parce que leur construction défectueuse y a laissé pénétrer largement les impuretés, soit parce que celles-ci sont de la nature des substances que le sol ne modifie pas.

Wolffhügel, examinant l'eau du sol sous une fabrique de sulfate de soude, qui provoquait les plaintes des voisins, y trouvait un résidu par litre de 3^{gr},800, 0^{gr},270 de chlore, 113 milligrammes d'acide nitrique, 1^{gr},567 d'acide sulfurique ; l'eau réduisait 11^{mgr},2 de permanganate de potasse, tandis que celle d'un puits voisin, mais qui n'était pas dans le sens du courant souterrain, présentait 400 milligrammes de résidu, 13 de chlore, 48 d'acide nitrique, 24 d'acide sulfurique, et ne réduisait que 6^{mgr},5 de permanganate.

Les usines à gaz sont également compromettantes pour l'eau souterraine. F. Fischer a constaté que l'eau d'un puits situé à 300 mètres d'une semblable

usine était trouble, laiteuse, sentant le gaz et impropre à tous les usages domestiques aussi bien qu'à la boisson. Elle renfermait par litre : matières organiques, 4 188 milligrammes, chlore, $440^{mgr},2$; acide sulfurique, 992 milligrammes; acide nitrique, $2^{mgr},3$; acide nitreux, 0; ammoniaque, $81^{mgr},6$; chaux, $906^{mgr},1$; magnésie, 136 milligrammes; dureté, 109,7.

Les fabriques de couleur d'aniline ont été signalées comme versant de l'arsenic dans l'eau souterraine. Goppelsröder a réuni plusieurs cas d'empoisonnement de cette origine.

Quelques-uns des puits des villes du département du Nord, d'après Violletle, fournissent une eau tellement alcaline que son usage un peu large emporterait la menace de suralcalinisation du sang chez les consommateurs.

L'eau des puits de cimetière ou des environs est assez communément riche en nitrates, assurément inoffensifs à cette dose. Aussi, la plupart des hygiénistes se montrent-ils rassurés à leur endroit (Pettenkofer, Reich, Fr. Hofmann, Rózsahegyi, Du Mesnil, Miquel).

La *température* de l'eau des puits, pour peu que ceux-ci soient profonds et abrités, est *fraîche* et varie, comme celle des sources à leur émergence, entre 10 et 12 degrés. C'est, en somme, la température de la nappe souterraine, généralement peu ou point influencée par la température extérieure. Cette fraîcheur séduit régulièrement les clients des puits, fussent-ils médiocres, et les détourne de puiser à la distribution d'eau municipale, si l'on a pas eu soin de protéger efficacement celle-ci contre la chaleur. Il semble que ce soit le cas à Joigny (Longbois).

Puits profonds. Galeries filtrantes. — On creuse des puits profonds, aux environs de trente mètres, réunis par des galeries et desquels partent même des galeries d'*aspiration*, en vue de collecter l'eau d'une nappe souterraine puissante pour l'approvisionnement d'une ville. En général, pour se placer dans les conditions les plus avantageuses, c'est-à-dire au point où aboutit naturellement le drainage de la zone territoriale, on installe ces puits très près du bord d'un cours d'eau ou d'un lac. Çà et là, on s'est figuré qu'en abaissant le fond de la tranchée parallèle au fleuve jusqu'au-dessous du lit de celui-ci, on ferait appel à l'eau même du courant et qu'on l'obligerait à filtrer vers la galerie de collectionnement. C'est à peu près toujours une erreur. Le fond du lit des fleuves est imperméable ; leurs parois sont également imperméables jusqu'à la hauteur à laquelle elles sont constamment couvertes par l'eau. Ce qui arrive (à Nancy, par exemple, avec l'eau *dite* de la Moselle), c'est que l'on reçoit d'ordinaire, dans la galerie, l'eau de la nappe souterraine, excellente; mais, que dans un moment de crue, l'eau de la rivière s'élève jusqu'au point où sa paroi latérale, crevassée par la sécheresse antérieure, n'est plus étanche, et qu'elle passe, en effet, souvent trouble, à travers le filtre insuffisant qui la sépare de la tranchée ; d'autant mieux que la pression est beaucoup trop forte pour une filtration convenable.

Ailleurs, on traverse la nappe d'infiltration et la couche imperméable sur laquelle elle repose et l'on va chercher une seconde nappe à plus de 30 mè-

tres et jusqu'à 100 mètres. Il existe des puits de ce genre à Lille, Douai, Aire. L'eau en est satisfaisante. Mais il ne semble pas que son origine soit une garantie absolue. Il peut, en effet, se produire quelques fissures dans la couche imperméable, ou son étanchéité offrir quelques lacunes, qui mettent en communication les deux nappes.

Puits artésiens. — Le nom de ces puits, essentiellement profonds, leur est venu de leur fréquence dans l'Artois, où le premier de ce genre fut creusé, à Lillers, en 1126. Les Chinois les pratiquaient de temps immémorial.

Leurs eaux sont régulièrement pures, au sens de l'hygiène ; mais leurs propriétés physiques ou chimiques n'en font pas toujours de bonne eau de boisson. Trois puits artésiens d'Erlangen, venant du Keuper, ont offert à Schnitzer les particularités suivantes :

Eau de puits artésiens.

PUITS.	PROFONDEUR.	MILLIGRAMMES PAR LITRE.		
		RÉSIDU.	MATIÈRE ORGANIQUE.	CHAUX.
Numéro 1	99 mètres.	215	13	67
Numéro 2	127 —	128	9	49
Numéro 3	680 —	3060	52	464

Quelques-uns de ceux que l'on fora à Munich donnèrent une eau si chargée d'hydrogène sulfuré et de fer que l'on dut renoncer à s'en servir (Wolffhügel). Le puits de Grenelle présente un résidu de 140 milligrammes par litre ; mais l'eau de celui de Rochefort laisse plus de 6 grammes de résidu. Deux puits artésiens de Munich fournissent à des brasseries une eau regardée comme louable et dont les principaux caractères sont : résidu, de 240 à 335 milligrammes; acide sulfurique, 6,2 à 13^{mgr}; acide nitrique, 12,5 à 29^{mgr},1 ; chlore, 0,3 à 13^{mgr},1 ; chaux et magnésie, 71 à 154 milligrammes; éléments organiques 22,5 à 23 milligrammes (Fonssagrives).

C. EAUX MÉTÉORIQUES.

On comprend sous ce titre la *pluie*, la *neige*, la *rosée*, les *brouillards*, la *grêle*, la *gelée blanche*, le *givre*. La première est de beaucoup la plus importante. Nous étudierons, à l'article MÉTÉOROLOGIE, les conditions qui en règlent l'abondance et la distribution selon les temps et les lieux.

L'eau de la pluie. — L'eau de pluie, qui est le résultat de la condensation des vapeurs océaniques et autres, serait absolument pure, chimiquement et biologiquement; si, en tombant, elle ne traversait l'atmosphère, très divisée et avec une certaine violence. Elle dissout des gaz, au passage, spécialement CO^2, participe à des combinaisons chimiques, entraîne des

poussières minérales, des débris d'infusoires et de végétaux, des micro-organismes. Comme l'a dit Frankland et comme le constatent les bactériologues contemporains, « elle lave l'atmosphère » ; par conséquent elle lui emprunte une bonne part de ses impuretés.

Sans parler des poussières siliceuses, quartzeuses, argileuses et du charbon que les pluies abattent, particulièrement au-dessus des villes, cette eau renferme du *chlorure de sodium*, quelquefois d'autres *chlorures* encore, du *sulfate de chaux* et de *soude*, du *carbonate de chaux*, du *brome*, et même, selon Chatin, de l'*iode*. Le résidu sec s'élève à $2^{mgr},6$ d'après Brandes; à $50^{mgr},9$ au calcul de Marchand. Il est clair que ces chiffres peuvent différer selon les lieux. A Paris, on sait que l'eau de pluie renferme assez de sels terreux pour rester sans action sur les tuyaux de plomb, que l'eau distillée attaque. Mais la qualité vulgaire de cette eau d'être très favorable au lessivage, grâce à sa pauvreté en sels calcaires, est constante.

L'eau de pluie utilisée dans la ferme de Lawes et Gilbert, à 25 milles de Londres, a été trouvée contenir 40 milligrammes de matières solides par litre.

Toutes les pluies dissolvent des *gaz* de l'atmosphère et d'autant plus que la température est moins élevée. (A la pression normale, suivant Wurtz, l'eau pure dissout 28 centimètres cubes d'oxygène à 20 degrés, 32 centimètres cubes à 10 degrés). En janvier, par 4 degrés, Reichardt obtint $32^{cc},4$ de gaz par litre d'eau de pluie; en juin, par 15 degrés, $24^{cc},9$ et même $26^{cc},9$.

D'après Baumert, les gaz de l'eau de pluie se répartiraient dans les proportions suivantes : oxygène, 33,76; azote, 64,47; acide carbonique, 1,77 p. 100. Reichardt, sur quatre épreuves, a trouvé les variations ci-après :

Proportions pour 100 *de gaz.*

	nº 1	nº 2	nº 3	nº 4
Oxygène	31,8	27,0	13,3	22,0
Azote	61,6	64,2	72,6	64,8
Acide carbonique	6,7	8,8	14,1	13,2

L'eau de pluie contient d'une façon très constante de l'*ammoniaque* et, le plus ordinairement, sous forme de carbonate d'ammoniaque. On pensait que ce corps et ses congénères (acide nitrique, nitrates) émanent du sol par l'intermédiaire des décompositions organiques qui ont lieu à sa surface ou dans ses couches corticales : Boussingault, comparant les grandes villes à d'immenses fumiers à ce point de vue, expliquait ainsi la richesse azotée des pluies qui ont balayé l'atmosphère au-dessus des capitales. Mais, récemment, Schlœsing a cru pouvoir affirmer que l'ammoniaque de l'air vient des mers et non point du sol. Notons, néanmoins, que dans le VI[e] rapport de la *Rivers pollution commission*, l'on cite un fait dans lequel l'eau de pluie, au voisinage de champs couverts de fumier, renfermait plus d'azote que l'eau des égouts de Londres (Fr. Sander). Elle serait, suivant Bretschneider, plus riche en ammoniaque au printemps qu'en hiver, et en été qu'au printemps et en automne. Les phénomènes électriques de l'atmosphère passaient pour faire dériver aisément, de l'ammoniaque, l'*acide nitrique* (Cavendish, Bence Jones, Barral) et les *nitrates* (Schönbein). Bretschneider a

remarqué, au contraire, que la plus forte proportion de ces produits azotés ne coïncide pas avec les orages.

La pluie de Paris a présenté jusqu'à 6 milligrammes d'ammoniaque par litre (Boussingault); celle de Lyon, 16 milligrammes (Bineau); celle de Francfort-sur-le-Mein, de 0,9 à 3 milligrammes (Kober). Sur le Liebfrauenberg (Vosges), 0mgr,79.

Les physiciens de l'Observatoire de Montsouris dosent séparément, dans l'eau de pluie, l'*azote organique*, dont il sera question un peu plus loin, l'*azote ammoniacal* et l'*azote nitrique* (des nitrites et des nitrates). Nous leur empruntons les chiffres ci-après, moins forts que ceux de Barral en 1852, mais où cependant les oscillations mensuelles sont dissimulées par ce fait que les moyennes sont rapportées aux années.

AZOTE PAR LITRE D'EAU DE PLUIE (MONTSOURIS)

Années.	Azote ammoniacal.	Azote nitrique.
—	mgr.	mgr.
1875-1876	1,98	»
1876-1877	1,54	0,5
1877-1878	1,91	0,2
1878-1879	1,20	0,7
1879-1880	1,36	1,6
1880-1881	1,53	0,8
1881-1882	2,41	0,6

Ainsi, l'azote total est entre 2 et 3 milligrammes par litre, de sorte que la pluie restitue au sol, en un an, à Montsouris, 13kg,8 d'azote. A Rothamsted, d'après les calculs de Lawes, Gilbert et Warington, cette quantité ne dépasse pas 10 kilogrammes.

Le court tableau suivant, emprunté encore à l'*Annuaire de Montsouris* (1883), indique sous ce rapport l'influence relative des villes et des campagnes.

	Azote ammoniacal.	Azote nitrique.
	mgr.	mgr.
Angleterre (intérieur des terres)	0,88	0,19
— (dans les villes)	4,25	0,22
Écosse (près de la côte)	0,61	0,11
— (intérieur des terres)	0,44	0,08
— (Glascow)	7,49	0,63
Montsouris	1,76	0,74

Suivant Bobierre (Nantes), l'ammoniaque est régulièrement plus abondante dans la pluie recueillie à une faible hauteur (7 mètres) que dans une zone atmosphérique élevée (47 mètres); c'est généralement l'inverse pour l'acide nitrique.

L'*acide nitreux* est un élément régulier de l'eau météorique (Schœnbein). Meissner, Struve, Goppelsrœder ont signalé, dans les pluies d'orage, le *peroxyde d'hydrogène*, qui est peut-être appelé, suivant Schöne, à prendre le rôle attribué autrefois à l'ozone. Les acides sulfureux et sulfurique se ren-

contrent (1 à 2 centigr. SO^3 par lit.) dans la pluie des villes, où l'air renferme les produits de la combustion des houilles pyriteuses.

Les proportions de *matière organique* dans l'eau de pluie sont assez élevées. Dans les recherches de l'Observatoire de Montsouris, portant soit sur la pluie du parc de Montsouris, soit sur celle des Buttes-Chaumont, un litre d'eau a absorbé de 1 à $3^{mgr},6$ d'oxygène du permanganate de potasse alcalin.

La neige. — L'eau de neige ressemble infiniment à la précédente, puisqu'elle est de même origine. Examinée par Reichardt, elle contenait $22^{cc},2$ de gaz; oxygène, 29,1 p. 100; azote, 64,2; acide carbonique, 6,7.

La neige absorbe encore de l'ammoniaque, alors qu'elle repose sur la terre (Boussingault). Elle a, d'ailleurs, abattu les impuretés de l'air, y compris les bactéries, tout comme la pluie, et quelques-uns l'ont considérée comme l'*épurateur* par excellence de l'atmosphère. Cependant, elle ne retient pas les micro-organismes avec la même énergie que le sol mouillé.

L'eau de neige, comme boisson, a une réputation médiocre. Les méfaits qu'on lui attribue sont, toutefois, mal établis. Il est même à peu près certain qu'on doit renoncer à lui attribuer un rôle dans l'étiologie du goître.

Rosée, brouillard, etc. — La *Rivers pollution commission* de 1868 a constaté de $0^{mgr},26$ à $1^{mgr},96$ d'azote par litre dans la rosée et la gelée blanche. Boussingault, de 1 à 6 milligrammes d'ammoniaque dans la rosée de Paris et jusqu'à 138 milligrammes dans l'eau d'un brouillard. La rosée et le givre précipitent les organismes de l'air, comme la pluie.

Mais ces incidents météoriques n'ont vraiment aucune importance vis-à-vis de la consommation d'eau ; ils reparaîtront, du reste, plus légitimement dans l'étude de l'atmosphère.

2° Rôle sanitaire de l'eau.

L'influence sanitaire de l'eau peut être, plus expressément que celle d'aucun autre milieu, considérée au point de vue *positif* et au point de vue *négatif*. L'eau, en d'autres termes, doit contribuer à élever la santé d'une part, et, de l'autre, ne doit causer ni malaises ni maladies.

A. Role positif de l'eau. — Il s'exerce de la part de l'eau d'*utilisation* aussi bien que de l'eau de *boisson*.

La dernière n'a presque aucune importance comme *matière alimentaire*, car nos aliments, tels que nous les préparons, renferment toujours une bonne partie de l'eau nécessaire pour compenser les pertes aqueuses de l'organisme; mais elle en a, au contraire, une très considérable, comme assaisonnement des repas, comme *condiment*, chez les groupes nombreux qui n'ont pas le moyen de les accompagner de vin, de bière, de café, de thé. Ces trois dernières boissons emportent, d'ailleurs, l'intervention de l'eau et le vin lui-même est souvent l'objet de coupages volontaires, par le consommateur (sans parler du *mouillage* clandestin). Une eau appétis-

sante à l'œil et au palais rehausse la saveur des repas et stimule les fonctions digestives. Elle peut certainement faire concurrence à beaucoup de boissons alcooliques et quelques hygiénistes prétendent, avec raison, que l'approvisionnement d'eau excellente est un des moyens propres à combattre l'alcoolisme. Nous ne sommes pas éloigné, non plus, de partager l'opinion de ceux qui croient que la bonne eau peut remplacer toutes les tisanes.

Quant à l'eau d'*utilisation*, il est évident qu'il importe au plus haut point à la propreté de la maison, des ustensiles, du linge, que les lavages soient faits avec une eau qui ne commence pas par augmenter elle-même les impuretés; sans compter qu'elle peut en apporter de dangereuses. Le contact d'une eau limpide et inaltérée est seul tolérable en bain chaud, seul tonique en bain froid. Plus sera fraîche et salubre l'eau dont on lavera les ruisseaux de rue, dont on arrosera la chaussée, plus agréable sera le séjour d'une ville. Ce serait même rendre un mauvais service aux habitants que de répandre sur leur passage de l'eau sale. Par contre, c'est leur ménager des promenades et des exercices salutaires, la natation, le canotage, la pêche, que de protéger contre les souillures l'eau des rivières et des lacs, sans parler de tant d'industries qui ont besoin d'une eau d'une pureté chimique poussée loin.

B. Role négatif de l'eau. — Contrairement à la tendance, qui semble prédominer aujourd'hui, en France et au dehors, à ne considérer l'eau comme dangereuse que quand elle renferme des microorganismes pathogènes, ou tout au moins des poisons chimiques, nous pensons qu'elle peut être nuisible aussi, rien qu'en introduisant dans les voies digestives des substances qui n'ont rien à faire avec la nutrition, ou qui la gênent si elles sont absorbées, et qui, tout au moins, irritent le tube intestinal à la façon des corps étrangers à l'organisme. La question est donc *générale* et *spéciale*.

Nous devons faire remarquer, avant d'aller plus loin, qu'il ne convient guère, ici, de séparer l'eau de boisson de l'eau d'utilisation. Les principes offensifs, surtout s'ils sont de nature spécifique, qui pourraient être absorbés par la muqueuse digestive, avec l'eau de boisson, semblent également capables de pénétrer dans l'organisme par l'extérieur, à la moindre occasion, à la faveur du pouvoir d'absorption de la peau ou d'une solution de continuité. L'eau sale, étalée sur la rue, sur le sol de nos demeures, s'y évapore et abandonne des impuretés minérales ou organiques, des organismes pathogènes peut-être, qui se mêleront aux poussières et pénétreront dans l'économie par les voies respiratoires. On se contente peut-être trop aisément de réclamer de l'eau de source pour la boisson des citadins, en admettant que des eaux fluviales des plus suspectes se répandent partout ailleurs que dans l'estomac des habitants. Les microorganismes pathogènes sont aussi transportés par voie sèche et, d'ailleurs, les poussières peuvent également être dégluties.

1. **Influence des matières minérales.** — *Les gaz.* — Leur présence ou leur absence sont, en elles-mêmes, assez indifférentes.

L'*acide carbonique*, quelle qu'en soit la provenance, est assurément inoffensif dans l'eau, puisque nous en absorbons, de propos délibéré, des quantités notables dans l'eau de Seltz, les vins mousseux, la bière mousseuse. Du reste, on ne l'accuse pas et l'on se plaindrait plutôt de son absence, parce qu'il excite légèrement l'estomac et donne à l'eau un air de fraîcheur. Les proportions de ce gaz dans l'eau de puits sont en raison directe de l'abondance des résidus et des matières organiques, d'après Munkacsy ; un excès de CO^2 (par exemple au delà de 100 centimètres cubes par litre) serait donc généralement une fâcheuse présomption pour l'eau. En revanche, d'après les recherches de C. Leone, l'acide carbonique dans l'eau, même lorsqu'il y est dissous sous pression, est antipathique à l'existence des bactéries.

La diminution de l'*oxygène*, au moins dans l'eau fluviale et lorsqu'elle correspond à une augmentation de CO^2, est une note des plus fâcheuses pour l'eau, puisque l'oxygène a disparu en oxydant les souillures. Mais ce n'est rien de plus. Les poissons meurent par asphyxie dans l'eau sans oxygène, parce qu'ils ne peuvent respirer ailleurs; mais cet oxygène ne sert en rien à la respiration chez l'homme et l'on ne voit pas en quoi il aiderait à la digestion.

L'*azote*, dans l'eau, est évidemment sans aucune action nuisible sur les consommateurs.

L'*hydrogène sulfuré*, l'*hydrogène phosphoré*, qui se développent dans des eaux extrêmement sales et au sein desquelles s'accomplissent des décompositions organiques, quelquefois de nature animale; le gaz d'éclairage qui, paraît-il, s'est diffusé dans certains puits, ne sont pas dangereux, parce que ces eaux sont remarquablement puantes et que, par suite, personne n'en boit.

Les matières minérales solides. — Il faut distinguer parmi elles : 1° les substances toxiques positives : *plomb*, *arsenic*, *mercure*, etc., qui peuvent arriver dans l'eau à la faveur de certaines négligences ou par une manœuvre criminelle. De celles-ci, le danger n'est pas douteux; mais le cas est rare. 2° les sels alcalins et terreux que l'eau dissout des terres traversées; 3° ceux qu'elle doit à la transformation des matières organiques et que la nappe souterraine recueille particulièrement dans les lieux habités.

De ces deux dernières catégories, la première n'est guère suspecte. Les sels de la seconde pourraient inspirer quelque inquiétude; mais la dose à laquelle ils se trouvent dans l'eau la plus souillée est assez rassurante. Le *sulfate de potasse*, par exemple, n'est à la dose que de 0gr,32 par litre dans l'eau d'égout, à laquelle on ne s'abreuvera certainement jamais. Tous les sulfates ensemble ne font pas 1 gramme par litre; et un adulte élimine 2 grammes d'acide sulfurique en vingt-quatre heures par les urines.

Voici, d'ailleurs, les chiffres des divers sels reconnus par Tiemann et Preusse dans une eau de ce genre.

Pour 100,000 parties d'eau, le résidu desséché à 100° contenait :

Sulfate de chaux	65
— de potasse	32
Carbonate de chaux	31
— de magnésie	8
— de fer	1,5
Chlorure de sodium	28
— de potassium	1
Nitrate d'ammoniaque	3
— de chaux	19
Silice	5
Matières organiques non volatiles à 100 degrés	21,5
Total	225,0

Les carbonates de chaux, de magnésie et de fer, qu'on n'incrimine pas, au point de vue de l'influence sanitaire, ne représentent que 0gr,405 par litre. Il y en aurait le double, que personne n'y prendrait garde. Mais, d'ordinaire, l'eau ne saurait en dissoudre davantage.

Le Congrès de Bruxelles de 1853 avait fixé à 0gr,5 par litre, ou 50 parties pour 100,000 d'eau, la proportion que les *matières minérales* ne doivent pas dépasser. En réalité, cette proportion pourrait s'élever à 60, 70, 80 p. 100,000 sans être préjudiciable à la santé, si l'eau est d'ailleurs exempte de souillure et si la majeure partie des matières fixes est constituée par des *carbonates de chaux* et *de magnésie*, dissous à la faveur de CO^2 libre. Mais ce cas se réalise difficilement, le Congrès s'en est rendu compte, et voici pourquoi :

Les carbonates des terres alcalines existent dans l'eau à l'état de sels acides ; autrement dit, ils sont dissous à l'aide de l'acide carbonique libre. Or, peu d'eaux sont assez riches en CO^2 pour pouvoir tenir dissoutes plus de 20 parties de chaux ou de magnésie dans 100,000 d'eau ; 20 p. de chaux fournissent 35 de carbonate de chaux ; 20 de magnésie, 44 de carbonate de magnésie. Dans le premier cas, il reste $50 - 35 = 15$; dans le second, $50 - 44 = 6$, pour les sels alcalins, et dans des proportions qui ne menacent pas la santé. Y a-t-il plus de 50 de résidu pour 100,000 d'eau ? il se peut à la rigueur que le surplus soit encore de carbonate de magnésie ou de chaux ; mais, d'après ce que l'on sait de l'abondance limitée de CO^2, il y a beaucoup de chances pour que l'excès soit surtout constitué par des sels d'un autre acide : chlorures, nitrates, sulfates, lesquels sont plus positivement offensifs que les carbonates. Il y a même des probabilités, d'après les faits, que ces sels seront à bases alcalines.

Le *chlorure de sodium*, le *carbonate de soude* et le *sulfate de chaux* peuvent encore être rangés dans les sels *naturels* de l'eau, c'est-à-dire fournis par les terrains traversés ; mais, déjà, il arrive que certaines eaux doivent une partie de leurs chlorures à l'urine qui y a été versée directement. C'est même dans la haute proportion du chlore que l'on peut trouver une échelle de la souillure des fleuves, comme le fait remarquer Brouardel, et des puits intra-urbains. A Berlin, où l'eau municipale est prise à la Sprée et au lac de Tegel, on distingue tout de suite l'eau du lac de celle du fleuve à ce que la première ne renferme que 16 à 18 milligrammes de chlore, tandis que l'eau de la Sprée en offre 20 à 30 milligrammes (Plagge et Proskauer).

Sauf ce souvenir, nous ingérons journellement plus de chlorure de sodium que les eaux n'en renferment dans la quantité que nous pouvons en boire. Dans la région des Chotts, en Algérie, on trouve des sources ou des puits dont l'eau est horriblement salée. On se borne à ne pas en user (Jaquemet). C'est comme de l'eau de mer.

Les *nitrates*, comme le faisait remarquer Grellois, sont employés en thérapeutique à des doses beaucoup plus élevées qu'il ne peut arriver par la consommation d'une eau de puits. Nous en dirons autant des sels de *soude*. Pourtant, nous avons déjà reconnu qu'il n'est point bon d'introduire d'une façon continue des alcalins dans le sang; il peut en être de même vis-à-vis de sels qui excitent la fonction rénale, comme les nitrates. Enfin, il vaut mieux ne pas absorber quotidiennement du sulfate de potasse, même à petites doses.

Letheby, comparant la statistique de soixante-cinq villes anglaises, a cru reconnaître que la mortalité baisse comme la dureté de l'eau consommée augmente. Avec Wolffhügel et la *Rivers pollution commission*, nous pensons que les sels de chaux, de magnésie et de fer n'ont pu être pour rien dans cet état de choses, très heureux et peut-être bien réel. C'est assez qu'ils soient inoffensifs et que notre époque les ait exonérés des soupçons qui pesaient sur eux, dans l'étiologie de la *pierre*, de la *carie dentaire*, du *goître*, du *crétinisme*.

Leurs inconvénients sont autres et moindres. Ils constituent ce que l'on a appelé la *dureté* de l'eau. Nous indiquerons la manière de déterminer cette dureté; dès maintenant, disons qu'on la reconnaît à de certains indices, qui sont en même temps des exemples de l'incommodité des eaux qui en sont affectées. Les eaux dures *incrustent* les tuyaux de conduite ; *cuisent mal les légumes*, parce que les sels terreux forment avec les albuminoïdes des composés insolubles ; *font obstacle au savonnage*, parce que d'autres composés également insolubles se constituent avec les acides gras du savon et les terres alcalines de l'eau ; sont impropres à la fabrication de la bière, à la teinture, à l'alimentation des chaudières à vapeur, etc. Le *fer*, en grandes proportions, peut rendre l'eau impotable, quoique inoffensive.

Il se fait aisément des légendes sur l'effet des eaux. On attribuait à l'eau de Munich (avant l'établissement de la distribution de Mangfallthal) la diarrhée dont souffrent les nouveaux arrivants. Wolffhügel soupçonne que les patients ont bu plus de bière de Bavière que d'eau. Il arrive aussi, à Paris, qu'il faudrait quelquefois accuser le marchand de vins plus que l'eau de Seine.

Des *diarrhées* d'une nature grave ont été attribuées à l'usage des *eaux troubles* du Gange, du Mississipi. Cette étiologie peut être exacte ; mais quel élément du trouble est vraiment le coupable, et n'y a-t-il pas du parasitisme en jeu? Grellois s'est mis lui-même, pendant quelque temps, au régime de l'eau limoneuse et n'a constaté autre chose que le manque de charmes d'une semblable boisson. La Medjerdah (Tunisie), qui charrie des dépôts considérables, est toujours trouble et, cependant, les riverains s'y désaltèrent et Moissonnier déclare que cette pratique est sans inconvénient.

2. **Influence des matières organiques.** — Les matières organiques de l'eau sont *mortes* ou *vivantes*.

Les premières sont en suspension ou dissoutes.

a. *Matières en suspension.* — Ce sont des débris animaux ou végétaux, extrêmement variés : filaments de lin, de coton, de laine, duvet, plumes, poils, végétaux ou animaux, fragments de bois ou de paille, corpuscules d'amidon, spores de grands champignons; — la gangue des immondices; épithélium buccal, globules de mucus, débris alimentaires, matière stercorale, cellules végétales diverses, fragments de fibres musculaires: — des fragments ligneux, provenant souvent du bois pourri de la margelle d'un puits ou d'un corps de pompe; — les restes plus ou moins complets d'animaux noyés, rats, insectes, écailles de papillons, pattes de mouches, ou même d'animaux qui ont vécu dans l'eau, poissons, batraciens, mollusques, etc.

Toutes ces choses mortes sont répugnantes; mais il n'est pas certain qu'elles soient très dangereuses. C'est, au moins, une question de quantité et, surtout, il importe de noter la nature des accidents qui peuvent résulter de l'ingestion de ces débris.

Or, les débris cadavériques, non plus que les matières fécales, ne peuvent mettre dans l'eau des agents virulents, des bactéries pathogènes en d'autres termes, s'ils ne proviennent eux-mêmes d'animaux atteints d'affections bacillaires. Ce qui nous reporte à la discussion qui sera tentée tout à l'heure (*Voy.* Les Microorganismes de l'eau).

Hors de là, nous ne pouvons plus avoir affaire qu'à la putridité banale. Il est probable que les débris animaux sont plus fâcheux que les substances végétales. Celles-ci et ceux-là restent sans influence apparente tant que leur masse n'atteint pas à des proportions considérables. Dans les campagnes, en France, on voit beaucoup de puits mal protégés, où tombent les feuilles des arbres, où les enfants jettent des ordures et dans lesquels de petits rongeurs se noient fréquemment. Les paysans boivent, néanmoins, cette eau, généralement fraîche, assez copieusement et ne paraissent pas s'en porter plus mal. Cependant, Léon Colin est disposé à rapporter aux matières organiques des étangs, canaux et rivières, auxquels boivent les soldats en marche, la fréquence de la *dysenterie* dans les expéditions militaires. Jaquemet, de même, attribue aux matières organiques en décomposition la *diarrhée* qui suit l'ingestion de l'eau des puits du désert, dans laquelle tombent les débris des branches de palmier ou de bois d'*arta* et où l'on a quelquefois jeté un cadavre humain. Nous-même, pendant notre séjour en Algérie, nous avons pu nous convaincre que boire aux eaux limpides, mais de saveur ligneuse, de certains ruisseaux africains, c'est s'exposer à brève échéance à des coliques violentes.

La diarrhée n'est pas précisément la dysenterie, quoique elles se confondent aisément, dans les pays chauds. La dernière pourrait bien être une maladie parasitaire, ce qui réduirait les matières banales de l'eau au rôle de cause prédisposante.

Au fond, l'action mécanique des débris n'est probablement pas autre que

celle de substances indigestes, ce qui est peu grave, quoique à éviter. Le réel effet de la matière putride est produit par la partie soluble de ces débris et de ces immondices.

b. *Matières organiques dissoutes.* — Ce sont des substances albuminoïdes ou hydrocarbonées, naturellement solubles, mais n'ayant pas subi de modifications; — ou bien les dérivés de ces substances. Tiemann et Preusse énumèrent, parmi les produits de dédoublement qui résultent de la putréfaction des matières albuminoïdes, les corps suivants : *peptone*, *triméthylamine;* des *amides* dérivés d'acides monobasiques ou bibasiques de la série grasse (*leucine*, acide *asparagique*, *glutamique*, etc.), des acides de la série grasse (*acides valérianique*, *butyrique*, etc.). Enfin, des substances appartenant à la série aromatique, *phénol*, *crésol*, *indol*, *scatol*, *tyrosine*, acides *hydroparacumarique*, *paroxyalphatoluique*, *alphatoluique*, *hydrocinnamomique*). Les graisses se décomposent en *glycérine* et en acides gras riches en carbone. Les hydrocarbonés donnent des *alcools* (aldéhydes) et des acides de la même série. Il y a dans la matière excrémentitielle des corps immédiatement solubles (l'*urée*, spécialement). Nous avons parlé précédemment des « éléments de l'humus » qui se présentent dans certaines eaux. C'est ce que l'on accuse, d'ailleurs, le moins.

Mais tous ces corps, parmi lesquels il s'en trouve de dangereux, au moins à dose sérieuse et d'une façon banale, sont loin de se trouver simultanément dans les eaux que l'on dit *chargées de matière organique*. On ignore même, régulièrement, s'il y existe un quelconque d'entre eux. Les procédés d'expertise les plus parfaits ne savent que distinguer les matières *azotées* et les matières *carbonées*, ou encore signaler l'urée et les amides parmi les autres substances (G. Pouchet). La plupart du temps, on dose en bloc « les matières organiques », sans soupçonner en aucune façon leur nature ou leurs propriétés. Aussi peut-on trouver étonnant que, dans des livres sérieux et même dans des instructions officielles, il soit donné un chiffre précis de matière organique par litre au-dessous duquel l'eau est « très pure », tandis qu'elle est « suspecte » ou « mauvaise » au-dessus. C'est, assurément, le moyen de condamner beaucoup d'eaux irréprochables et d'en autoriser d'autres, d'une incontestable nocuité. Nous pensons qu'il faut absolument se déshabituer de dire : « toute eau qui ne consommera pas plus de 1 milligramme d'oxygène du permanganate sera parfaite; toute autre qui en exigera plus de 3 milligrammes sera détestable. »

Il va sans dire qu'aucune matière organique *dissoute* ne peut communiquer à l'eau la propriété de provoquer des maladies *spécifiques*, autrement dites parasitaires. Il est entendu également que les matières dissoutes ne sont pas toutes nuisibles et que la quantité qui en existe dans l'eau n'est pas décisive. Cependant, pourvu que l'on abandonne la rigueur mathématique des formules d'autrefois, nous croyons que l'eau notablement riche en matière organique est généralement inférieure et à éviter le plus possible.

Les matières organiques dissoutes peuvent correspondre au « poison septique » de Panum et Bergmann, au *ferment* non figuré de Hiller, au « *poison fécal* » d'autrefois, aux « *ptomaïnes* » d'aujourd'hui. A ce titre, elles ne

peuvent déterminer qu'une *intoxication*, remarque Wolffhügel, et non point une maladie véritable: mais c'est déjà quelque chose et c'est trop. Simon (Heidelberg) a pu injecter 16 grammes d'urine *fraîche* sous la peau d'un homme et une livre du même liquide sous la peau d'un chien, sans tuer ni l'un ni l'autre. Mais R. Emmerich (Munich) empoisonnait en quarante-trois heures un fort lapin avec 20 centimètres cubes d'une urine ayant stagné quelques jours. Le même savant a reconnu toxiques les matières fécales, même fraîches, en dilution jusqu'au dix-millième; bien qu'il ait pu faire impunément sa boisson, pendant plusieurs jours, d'une dilution fécale au vingt-millième.

Mais nous abandonnons volontiers le terrain des intoxications et nous attachons formellement une importance beaucoup plus grande à l'action lente de l'usage habituel de l'eau sale en boisson, à titre de *préparation locale et générale* de l'économie à recevoir les maladies infectieuses, spécialement celles qui peuvent être supposées pénétrer par les voies digestives et qui, dans tous les cas, semblent se fixer de préférence sur l'intestin. Nous croyons que les magnifiques conquêtes de notre époque dans le domaine du parasitisme ont un peu trop accaparé les esprits au profit des causes spécifiques. La façon dont l'homme contracte les maladies, même parasitaires, n'est pas une inoculation. Elle comporte une préparation des portes d'entrée des micro-organismes pathogènes et une *adaptation* du milieu, c'est-à-dire de l'économie. La mauvaise eau, banalement souillée, nous paraît un des plus sûrs agents de cette double préparation. Remarquons, d'ailleurs, que l'eau riche en matière organique est *peut-être* elle-même un milieu nourricier pour les bactéries pathogènes. Dans tous les cas, lorsqu'elle en renferme de telles, elle possède en même temps le pouvoir d'irritation de la muqueuse digestive, qui favorise la pénétration des parasites. De sorte que, si l'on réserve le nom d'*eau pure* à celle qui ne renferme ni matière toxique ni matière infectieuse, nous maintiendrons entre le cadre des eaux pures et celui des eaux impures les « eaux nuisibles », c'est-à-dire celles qui renferment des substances putrides ou les produits de la putréfaction. Et que, lors même qu'il y aurait lieu de contester ou de restreindre le rôle spécifique de l'eau dans la propagation des maladies infectieuses, on aurait toujours raison de regarder l'absence d'eau irréprochable comme l'une des plus grandes misères que puissent supporter les groupes.

c. *Organismes vivants.* — Il semble que l'on puisse faire deux classes des organismes qui vivent dans l'eau et qui intéressent l'hygiène.

1. Dans une première classe se rangent les grands parasites, les infusoires, les algues. On peut, à la rigueur, compter en tête de la série la sangsue de cheval (*Hæmopis sanguisuga*), commune dans les eaux d'Algérie, que l'on avale grosse comme un fil et qui se fixe au pharynx, où elle se gorge. Puis, viennent les œufs et les embryons d'entozoaires et d'hématozoaires : les distomes, spécialement le distome hématobie (*Bilharzia hæmatobia*), qui cause l'hématurie endémique du Cap et d'Égypte, et le *Distoma Ringeri* ou peut-être *D. pulmonale*, qui accomplit la première phase de son existence

dans un petit coquillage d'eau douce, selon Patrick Manson, et auquel il faut attribuer l'hémoptysie intermittente du Japon, de Chine, de Formose; la *filaire de Médine*, dont le premier habitat est le corps d'un *cyclope;* la *Filaria immitis*, *F. sanguinis hominis*, filaire de Bancroft ou de Wucherer, qui dépose ses œufs dans les larves de moustics. Enfin, les œufs ou les embryons d'*ascarides*, de l'*ankylostome duodénal*, qui serait coupable de l'anémie d'Égypte (Griesinger), de l'anémie des ouvriers du tunnel du Saint-Gothard (Perroncito, Concato, Sonderegger) et même de l'anémie des mineurs d'Anzin (Lesage). Il faut probablement y joindre les œufs de ténias. Une des phases de l'existence du *Bothriocephalus latus* s'accomplirait dans le corps de certains poissons du lac de Genève (les *férats*). Les eaux de la

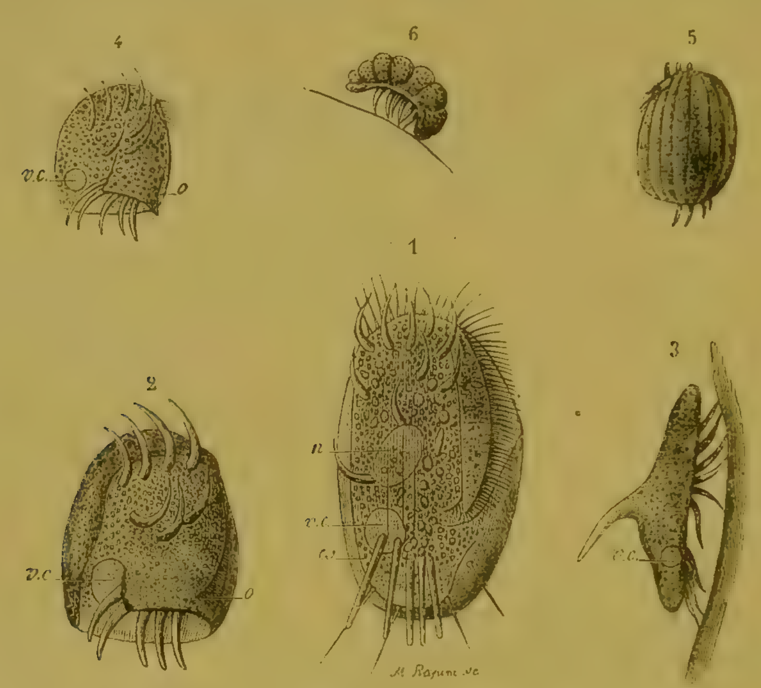


Fig. 12. — *Famille des Oxytrichiens* (*).

Cochinchine introduisent dans l'intestin les *anguillules* de la diarrhée chronique (Normand, Laveran, Bavay, Dounon); mais il n'est pas certain que ces parasites soient la cause de la diarrhée de Cochinchine (A. Bordier).

Les Entomostracées, *Daphnia*, *Cyclops*, *Cypris* (voy. page 162), ainsi que la plupart des Rotateurs, se nourrissent d'algues et d'infusoires plus petits. Ils n'ont aucun effet nuisible sur l'économie et leur présence ne prouve pas nécessairement que l'eau soit mauvaise. Les Infusoires carnivores, Amibes, Paramécies, Oxytrichées, *Chilodon cucullus*, *Euplotes Charon*, *Rotifer vulgaris* (fig. 12), les Infusoires flagellés, certains Infusoires ciliés, *Glaucoma scintillans*, *Vorticella infusionum*, *Colpoda cucullus*, *Enchelys*, *Paramecium putrinum*, *Leucophrys piriformis*, etc. (fig. 13), ne sont pas plus offensifs par eux-mêmes. C'est seulement l'indice d'une forte proportion de matières organiques dissoutes dans l'eau, sans qu'on puisse en rien conclure sur la

(*) 1. *Euplotes Charon* Ehr. — 2. *Aspidisca turrita* Cl. et L. *ex* Ehr., vu de face. — 3. Le même, vu de profil. — 4. *Aspidisca cicada* Cl. et L., vu de face. — 5. Le même, vu de dos. — 6. Le même, vu de profil.

nature ou la provenance de ces matières (1). En général, cette eau n'est pas séduisante et l'on n'est pas tenté d'en boire.

Les Algues vertes sont plus utiles que nuisibles; elles remettent en liberté de l'oxygène de l'acide carbonique dissous dans l'eau et, par suite, contribuent à l'oxydation des souillures. On a signalé (Farlow, à Boston; Bouillard, à Versailles), l'inconvénient qui résulte, au moment du retrait



Fig. 13. — *Paramécies et Kolpodes* (*).

des eaux, de leur putréfaction sur le sol découvert (*Anabæna*, *Clathrocystis*). Mais l'odeur qu'elles répandent a l'avantage d'éloigner les consommateurs. On peut en dire autant des algues bleu verdâtre (*phycochromacées*). Les Oscillariées et les Beggiatoées réduisent les sulfates, et mettent en liberté de l'hydrogène sulfuré. Les Saprolégnées vivent sur des débris stercoraux ou cadavériques. Ces trois dernières familles ne paraissent pas

(*) 1, *Paramecium inversum* Cl. et Lach., d'eau douce. — 2. *Kolpoda parvifrons* Cl. et L. — 3. *Cyclidium elongatum* Cl. et L., d'eau douce, à mouvements saccadés, alternant avec des périodes d'immobilité (famille des Kolpodéens). — 4. *Huxleya crassa* Cl. et L., des eaux de mer et saumâtres (famille des Dystériens). — 5. *Trichopus dysteria* (famille des Trachéliens). — 6. *Pleuronema chrysalis* Perty (*Pl. crassa et marina* Dujardin). — 7. *Halteria volvox* Eichwald, d'eau douce (famille des Haltériens).

(1) Dans les figures ci-dessus, relatives aux infusoires, les lettres ont la signification suivante : *n*, le nucléus; *o*, la bouche; *v*, les vaisseaux; *v. c.*, la vésicule contractile; ω. l'anus. Grossissement : 300 à 500 diamètres. Celles qui ne sont pas accompagnées d'une indication spéciale sont tirées des mémoires de Claparède et de Lachmann (*Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes*, in *Mémoires de l'Institut de Genève* in-4°, avec planches, 1858-1861).

être plus malfaisantes que les autres. L'eau qui les renferme a des caractères extérieurs qui suffisent à protéger les humains contre elles. Une Algue absolument inoffensive, quoique gênante, a fait beaucoup parler d'elle à Halle, à Berlin, où on l'appela la « Calamité des eaux », et à Lille ; c'est le *Crenothrix polyspora* (fig. 14) de Cohn, ou *Hypheothrix Kühniana* Rabenhorst, qui semble venir du sol plus que des collections aqueuses et a une prédilection pour l'oxyde de fer, qu'il emprisonne dans ses masses zoogléiques. Aussi sa présence dans les eaux de distribution, en même temps qu'il gêne par la quantité, s'accompagne-t-elle d'une saveur d'encre qui rend l'eau impropre aux usages domestiques. La plante n'a pas d'autre inconvénient au point de vue sanitaire. Mais ceux-là sont suffisants pour qu'on l'évite, de même que toutes ses congénères, dans l'approvisionnement d'eau des villes.



Fig. 14. — *Crenothrix Kühniana*. 1 : 300. *Filaments avec disques cylindriques et coccus* (*a*), d'après Zopf.

2. Le second groupe peut être formé des Champignons inférieurs, *moisissures*, *levures*, *schizomycètes* ou *bactériens*.

Les uns et les autres peuvent être doués de propriétés banales ou, au contraire, de propriétés nuisibles, *pathogènes*. C'est à la présence de ces êtres dans l'eau, mais surtout à ceux de la dernière catégorie, que nous consacrons l'article suivant.

Les *levures* ne sont jamais guère signalées comme agents pathogènes chez l'homme, sauf le cas du *muguet* et celui des troubles digestifs attribués à l'usage de certaines bières mal fabriquées. Aussi en sera-t-il peu question dans ce chapitre. On connaît quelques *moisissures* pathologiques, au moins chez les oiseaux ; mais comme ce sont les spores qui, introduites par la respiration, peuvent déterminer des accidents, il ne semble guère probable que les moisissures des eaux soient jamais offensives pour l'homme et par elles-mêmes. Le nombre de celles qui le sont, dans les circonstances les plus favorables, est d'ailleurs très restreint. En outre, Fränkel a montré que celles (certains *Aspergillus*) qui ont la faculté de croître dans les corps des animaux à sang chaud sont précisément celles pour lesquelles la température la plus favorable au développement est très élevée et voisine de la température du corps (37 à 40°). Or, les eaux, surtout les eaux de puits, sont d'ordinaire à un degré bien inférieur.

Les microorganismes de l'eau. — Il y a des microorganismes dans toutes les eaux, même les plus pures. Il est, en effet, impossible qu'il en soit autrement, dès que l'eau est en rapport avec l'air et avec le sol. On en trouve jusque dans l'eau distillée, pour peu que les manipulations nécessaires pour vérifier le fait aient permis des contacts entre cette eau et l'air. Par suite, il est inévitable que, parmi les bactéries innombrables que les mille incidents de la vie des humains dispersent dans l'air, répan-

dent sur le sol ou les objets extérieurs, et introduisent par ricochet dans les eaux, il ne s'en rencontre pas quelquefois de très offensives. Mais il importe, selon la judicieuse remarque de Meade Bolton, de distinguei entre les bactéries qui se trouvent dans les eaux *par accident*, et celles qur y vivent comme dans leur milieu normal, celles que l'on pourrait appeler des *bactéries aquatiques*.

α. *Nombre des microorganismes de l'eau.* — Il semble que l'on ait compté les microorganismes de l'eau en France plus tôt qu'ailleurs. Nous avons une numération publiée par P. Miquel (*Annuaire de Montsouris* pour 1880), avant que Rob. Koch ait communiqué (*Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte*, I, p. 36, 1881) la manière de s'y prendre pour les ensemencements sur gélatine et le dénombrement des colonies, sans d'ailleurs fournir de résultats particuliers. Les quelques chiffres ci-après sont empruntés au premier de ces savants et à une citation faite par Villaret des travaux du second.

Microorganismes par centimètre cube d'eau.

MIQUEL (1886).

Vapeur d'eau atmosphérique (Montsouris)	1,4
Eau de pluie (Montsouris)	4,3
Eau des drains de Gennevilliers	12,0
— de pluie (caserne Lobau)	18,7
— de la Vanne, à Montrouge	120,0
— de la Seine, à Choisy	300,0
— — à Bercy	1,400.0
— — à Saint-Denis	200,000.0
— d'égout à Clichy	6,000,000.0
— d'essangeage des lavoirs de Paris	26,000,000.0

R. KOCH (1883).

Eau distillée bouillie	4 à 6
— du lac de Rummelsbourg	32,000
— de la Sprée (embouch. de la Wuhle)	52,000
— — en amont	115,000
— — en aval	118,000
— — à l'usine de Stralau	125,000
La même, après filtration	120
Eau d'égout	38,000,000

Ces données ne comprenant pas les eaux de puits, dont la richesse en microorganismes est particulièrement intéressante à connaître, nous résumons ci-après les renseignements fournis par Mœrs, de Mülheim (près de Cologne). La numération a été faite par l'ensemencement sur la gélatine, et les cultures ont été accomplies à la température de 18 à 20 degrés.

Microorganismes par centimètre cube (moyennes).

Usine à eau, alimentée par des puits creusés au bord du Rhin	62
Eau du Rhin	20,680
Puits de la ville, non loin du Rhin (moins de 50 mètres)	80 à 178
Eau d'un ruisseau souillé par des déchets d'industrie	24,000

Puits public voisin de ce ruisseau....................................	6,260
Autres puits..	de 628 à 1792
Deux puits excellents, bien faits et soignés (en ville)............	de 141 à 162
Puits desservant un groupe de maisons à fièvre typhoïde.............	3,320
Un autre, dans le même cas..	6,397
Un puits à Liebour, dans une cour à fièvre typhoïde.................	4,700

(C'est en cultivant l'eau de ce dernier que l'auteur reconnut quelques colonies de *bacille typhique*, comme il sera dit plus loin. Les deux précédents, examinés au même point de vue, n'avaient rien donné de pareil.)

L'eau des lacs, puisée au large, est pauvre en bactéries, ainsi qu'Hermann Fol et Dunant l'ont constaté sur le lac de Genève, Plagge et Proskauer sur le Tegelsee.

Diverses circonstances influent de la façon la plus prononcée sur le nombre des germes que l'on peut rencontrer dans une même eau. D'abord, la *température* du moment. Il y a toujours bien moins de bactéries dans l'eau, de novembre à avril, que dans le reste de l'année. Puis, la température à laquelle on a fait les cultures; il semble que le point le plus convenable pour obtenir le développement de tous les germes présents soit aux environs de 22 degrés. Le moment auquel on a procédé à l'examen est de la plus haute importance. On n'approche de la vérité qu'à la condition d'opérer immédiatement après avoir puisé l'échantillon de l'eau en examen; quelques heures après, il se fait déjà une multiplication notable des bactéries (Miquel, Meade Bolton), qui devient excessive au bout de vingt-quatre heures et, parfois, de plusieurs jours, pour faire ensuite place à la diminution par précipitation, reconnue par Fol et Dunant, ou même à une disparition réelle des organismes.

β. *Signification de la présence et du nombre des microorganismes.* — Elle est bien plus négative que positive. Absolument, la présence de microorganismes dans l'eau ne prouve rien, puisque toutes les eaux en possèdent, y compris l'eau de source la plus louable. En raisonnant d'après ce principe : que les microorganismes ont besoin de nourriture, et particulièrement d'une nourriture azotée, on avait cru, un moment, pouvoir établir un certain parallélisme entre le chiffre des germes constatés dans l'eau et la souillure de celle-ci, essentiellement représentée par la « matière organique ». L'eau eût été d'autant plus mauvaise qu'elle aurait renfermé plus de bactéries. Le raisonnement péchait déjà par ce côté, que les bactéries *quelconques* ne constituent pas un danger plus positif que des matières organiques également quelconques. Mais, en outre, il est prouvé aujourd'hui que l'on peut réduire énormément la matière nourricière de l'eau, sans que les bactéries cessent de s'y multiplier. Meade Bolton a pleinement réussi plusieurs séries d'ensemencements dans l'eau distillée pure. Il en conclut que « la *qualité* de l'eau et la proportion des substances organiques ou minérales qu'elle renferme, paraissent indifférentes vis-à-vis de la multiplication des bactéries. » Le rapprochement des analyses chimiques et de l'examen bactériologique des eaux de Berlin (Plagge et Proskauer) a montré, des milliers de fois, qu'il y a là des renseignements

sans aucune solidarité entre eux, et qu'il faut se garder de substituer les résultats d'une des méthodes à ceux de l'autre. On peut encore en trouver une preuve dans le travail communiqué par A. Proust à l'Académie de médecine (*Appréciation de la valeur des eaux potables à l'aide de la culture dans la gélatine*, 1884) ; l'eau de la Vanne, qui ne renferme que 5 milligrammes de matières organiques, fournit 11,000 colonies par centimètre cube; tandis que l'eau de l'Ourcq, avec 14 milligrammes de matières organiques, n'en donne que 8,000.

Le chiffre élevé des bactéries ne prouve pas la stagnation de l'eau, puisque les microorganismes se précipitent à la faveur du repos prolongé du liquide; un chiffre bas ne prouve pas que l'eau soit en mouvement, car Leone a démontré que le mouvement de l'eau n'empêche point la multiplication des bactéries.

Le nombre des bactéries n'a pas plus de rapports avec l'oxygénation de l'eau. Liborius a reconnu qu'entre les Aérobies *obligés* et les Anaérobies également *constants*, il y a une troisième classe d'organismes, Anaérobies *facultatifs*, qui se multiplient aussi bien sans oxygène qu'avec cet élément. Il sera utile, sans doute, de vérifier si la rareté des germes n'est pas sous l'influence d'une notable proportion de CO^2 dans l'eau, selon les indications de Leone.

Ce que le petit nombre (non point l'absence) des microorganismes dans l'eau démontre le plus incontestablement, c'est l'*exactitude de la filtration* naturelle ou artificielle de l'eau, immédiatement avant son arrivée dans le bassin ou le réservoir dans lequel on l'a puisée.

C'est, en effet, en raison de cette filtration que l'eau des sources, bien captées et bien amenées, renferme si peu de bactéries et que l'eau des puits lui ressemble, sous ce rapport, dans de certaines conditions qui permettent précisément d'y puiser sans retard l'eau souterraine telle qu'elle est à son arrivée, et sans avoir encore été ensemencée par l'extérieur ou par les parois. Meade Bolton a toujours remarqué que « l'eau souterraine qui alimente les puits, pourvu qu'elle vienne de quelque distance de ceux-ci, est libre de bactéries. » Plus on prend de l'eau à un puits et plus est continu cet épuisement, plus s'abaisse la proportion des microorganismes de cette eau, sauf dans quelques cas où, peut-être, le jeu de la pompe a commencé par remuer le dépôt bactérien du fond, et mêlé à l'eau plus de germes qu'elle n'en paraissait contenir. Si, d'ailleurs, l'on a affaire à des puits tubulaires (Abyssiniens) bien installés, ou à tout autre puits convenablement couvert et protégé contre les souillures de surface, pourvu qu'il n'y ait pas de crevasse imprévue dans le sol, pas de communication accidentelle avec un foyer putride, on peut compter sur une proportion habituellement médiocre de microorganismes dans l'eau.

Les recherches de Heraeus, à Hanau, qui montrent aussi que la pureté bactériologique est fréquemment en coïncidence avec l'impureté chimique (et inversement), sont très instructives au point de vue de la filtration par le sol de l'eau qui alimente les puits. Dans un des 29 qu'il a étudiés, à 7 heures du matin, après le repos de la nuit et alors que le jeu de la

pompe n'avait duré que deux minutes, il trouve 195 germes par centimètre cube; après trois quarts d'heure de fonctionnement continu de la pompe, il n'y en eut plus que 125; et lorsque l'on eut pompé encore trois autres quarts d'heure, suivis d'une pause d'une demi-heure, on n'en obtint que 55. Un autre puits, dont la pompe était actionnée par un moteur à gaz, présentait, le lundi matin, après trente-six heures d'un repos presque absolu, 5,000 germes; l'expérimentateur fit pomper d'une façon continue, interrompit le travail de la pompe pendant une demi-heure et, à l'aide d'un tuyau distinct de la pompe, puisa un deuxième échantillon d'eau; celui-ci ne fournit que 35 colonies.

Plagge et Proskauer, après avoir exposé les résultats si remarquables, au point de vue de la pureté bactériologique, que l'on obtient en faisant passer de l'eau de la Sprée et celle du Tegel à travers des filtres de sable qui n'ont pas 1m,50 d'épaisseur, émettent l'avis que l'on est généralement en droit d'en attendre autant, pour le moins, de la plupart des puits, à la condition que des précautions efficaces soient prises pour empêcher que des microorganismes venus de l'extérieur se mêlent à cette eau, fournie sans germe par la nappe souterraine, à la faveur de la filtration par le sol.

C'est en regard de ces divers procédés de filtration, spontanée ou voulue, que la numération des microorganismes de l'eau prend de l'importance; elle donne, en effet, la mesure de l'efficacité de cette filtration, — à moins qu'elle ne révèle la négligence vis-à-vis des réservoirs (puits ou autres). — Et, comme le vaste monde des bactéries, en définitive, compte parmi ses représentants les agents infectieux, on peut apprécier, par ce moyen, le degré auquel on est à l'abri, au moins du côté de l'eau.

Dans cette pensée, Plagge et Proskauer ont tenté de donner un « *chiffre limite* » de la constitution bactériologique des eaux. Ce chiffre ne devrait guère dépasser 150 germes par centimètre cube et pourrait même être abaissé à 50. Non que ces 50 germes eux-mêmes puissent être regardés comme une tolérance à l'égard des filtres. Ceux-ci ne doivent laisser passer aucun microorganisme. Mais il est inévitable que dans les récipients, les conduites, les machines, et dans les manipulations d'expertise, il ne se glisse des germes d'ailleurs étrangers à l'eau et qui ont vite fait d'atteindre à cette proportion.

Heræus attribue 16 germes à l'eau de distribution de Wiesbaden; Leone, 5 microorganismes par centimètre cube à l'eau des sources de Mangfallthal, à son arrivée à Munich. Il est donc assez étonnant que Chauveau, Fochier et Arloing n'aient reconnu « ni germes, ni microorganismes » dans les eaux du Seymard, du Pollon et du Neyrieu (vallée de l'Ain), et non moins étonnant, dans un autre sens, que Proust accuse 11,000 germes dans l'eau de la Vanne. — A vrai dire, le nombre des microorganismes constatés dans l'eau dépend aussi du procédé employé pour les obtenir.

γ. *Nature des microorganismes de l'eau.* — Il n'y a guère, au point de vue où nous nous plaçons en ce moment, d'autre distinction à introduire parmi les organismes inférieurs que celle de microorganismes *pathogènes* et *non pathogènes*. Meade Bolton en a fait une autre, des organismes qui peuvent se multiplier dans l'eau et de ceux qui ne le peuvent pas; elle est

très rationnelle, puisqu'elle oppose les microbes normaux de l'eau, ceux qui sont vraiment *aquatiques*, à ceux qui ne se trouvent dans l'eau qu'accidentellement et d'une façon passagère. Nous verrons que cette classification peut être rapprochée de la précédente, en ce que les microorganismes pathogènes sont précisément de ceux qui ne se multiplient point dans l'eau et ne se trouvent dans ce milieu que par accident.

On recherche encore une autre sorte de caractère différentiel, au moins en ce qui concerne les bactéries; les colonies de ces organismes *liquéfient* ou *ne liquéfient pas* la gélatine. Les premières sont, à proprement parler, les *Saprophytes* (σαπρὸς, putride; φυτὸν, plante), ou bactéries de la putréfaction. Leur présence fait donc songer à des souillures organiques de l'eau. Mais elles ne sont pas offensives par elles-mêmes. Les autres ne le sont pas toutes, à beaucoup près; mais, parmi elles, se trouvent des espèces pathogènes.

Microorganismes indifférents. — Les eaux salies par les déjections des villes semblent se prêter particulièrement à la végétation des moisissures, des levûres et des bactéries liquéfiantes. B. Rosenberg, dans l'eau du Main, en aval de Würzbourg, a trouvé de six à quatorze moisissures sur cent colonies et vingt de celles-ci liquéfiant la gélatine; tandis qu'en amont, les moisissures et levûres manquent très souvent ou sont fort rares et que la proportion des colonies liquéfiantes ne dépasse pas 3,5 p. 100. Les micro-coques l'emportent de beaucoup sur les bacilles dans l'eau d'amont, relativement pure; c'est le contraire en aval. Au-dessus de la ville, l'eau ne renferme, dit Rosenberg, que des matières *humiques*, qui sont malaisément décomposables; au-dessous, elle a reçu des matières d'origine animale, plus faciles à la décomposition. Dans cette eau sale, il a reconnu des *sarcines*.

Miquel a signalé le *ferment lactique* dans l'eau de pluie, *Bacillus ureæ* dans l'eau d'égout; un microbe qui décompose les substances albuminoïdes en produisant de l'hydrogène sulfuré, dans la même, et beaucoup d'autres ferments. Lober et Héricourt (1884) ont trouvé, dans l'eau de la Basse-Deule, égout collecteur de Lille, des « bacilles courbes » qui paraissent dénués de spécificité. Le *Bacterium rubescens* de Ray Lankester, qu'il faut peut-être appeler *Clathrocystis roseo-persicina*, est un organisme des eaux stagnantes. Miquel décrit un *Leptothrix racemosa* à la fois dans l'eau de la Seine et dans celle de la Vanne. Le même auteur a reconnu, dans l'eau de la ville de Paris, les *Bacillus subtilis*, *Bacillus ulna*, etc. Dans l'eau *d'essangeage* des lavoirs, se sont montrés : *Micrococcus prodigiosus*, *M. rosaceus*, *M. tetragonus*, *Sarcina alba*, *S. lutea*, *Bacterium termo*, *lineola*, *fœtidum*, *æruginosum; Bacillus subtilis*, *ulna*, *fluorescens*, *cyanogenus*, *saprogenus*, et beaucoup d'autres. Parmi eux, deux ont manifesté des propriétés virulentes. Plagge et Proskauer ont souvent observé, dans les eaux de Berlin, une bactérie chromogène, dont la présence se traduit par une coloration bleu foncé et qu'ils rapportent à *Bacillus janthinus* (Zopf). Meade Bolton a isolé seize espèces particulièrement fréquentes dans l'eau, parmi lesquelles six se multiplient dans ce milieu avec activité, deux microcoques et quatre

bacilles; *Micrococcus aquatilis* et *Bacillus erythrosporus* lui ont servi à faire ses remarquables expériences sur les bactéries dont l'eau paraît être le milieu normal.

Mais tous ces microorganismes sont étrangers aux maladies infectieuses de l'homme et pourraient, tout au plus, servir à constituer un soupçon de médiocrité pour les eaux qui les renferment en abondance. La question capitale est tout autre; il s'agit de savoir si des microorganismes pathogènes peuvent se trouver dans l'eau avec la même fréquence et la même facilité que les précédents. Plus exactement, il y a lieu de décider *s'il existe des microorganismes pathogènes qui se multiplient dans l'eau;* ce qui reviendrait à déclarer l'eau leur milieu naturel. Il est évident, en effet, que tous les microorganismes spécifiques peuvent se rencontrer dans l'eau *accidentellement* et personne ne doute qu'il n'y ait, par exemple, des bacilles typhiques dans une eau où des selles de typhoïsants sont tombées à même quelques minutes auparavant.

Microorganismes pathogènes dans l'eau. — Nous relèverons rapidement : 1° les faits relatifs à la *multiplication* des organismes pathogènes dans l'eau ; 2° les constatations relatives à la *présence* de certains de ces organismes dans diverses eaux.

1° *Multiplication des organismes.* — Bagénoff, en 1885, annonça que, d'après ses recherches, la vitalité des *bacilles typhoïdes* se conserve dans l'eau et qu'ils peuvent même s'y multiplier dans une certaine mesure. Wolffhügel et Riedel (1886) firent connaître qu'ils avaient obtenu une multiplication assez large du *bacille charbonneux* au-dessus de 12°, dans une eau pauvre en impuretés ; une multiplication *passagère* du *bacille typhique*, au-dessus de 8°, dans de l'eau pure ou impure, mais stérilisée; qu'enfin, ils n'avaient pu réussir la multiplication du *bacille de Koch* à des températures supérieures à 16° ; le *Komma bacillus*, du reste, était rapidement étouffé par les bactéries banales, si l'on essayait de le cultiver dans une eau non stérilisée.

Meade Bolton expérimenta sur *Bacillus prodigiosus* (qui n'est point pathogène, mais peut passer pour intermédiaire aux bactéries aquatiques et aux champignons malfaisants), *Bacillus anthracis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus typhi abdominalis*, *Micrococcus tetragenus*. Les eaux ensemencées varièrent depuis l'eau distillée jusqu'à une eau absolument sale; mais toutes furent préalablement stérilisées. On eut soin de ne pas porter dans l'eau en essai, avec une parcelle de culture pure des microorganismes, une portion quelconque de la matière nourricière sur laquelle on les avait obtenus. La température fut tantôt de 18 à 22°, tantôt de 35°.

Or, *dans aucune de ces expériences, les bactéries n'offrirent de multiplication;* elles subirent, au contraire, une diminution constante et progressive. *Bacillus prodigiosus* dura seulement un peu plus que les autres. Lorsqu'on avait introduit dans l'eau des bacilles à spores, il était possible de retrouver encore pendant assez longtemps l'aptitude au développement de la part des organismes ; presque au bout d'un an chez les spores du charbon ; jusqu'à

un mois, au moins, et trois cent-dix jours au plus, pour les bacilles typhoïdes.

La matière organique *quelconque* des eaux malpropres ne convient généralement pas aux bactéries pathogènes.

Les conditions leur sont encore bien plus défavorables, quand on n'a pas soin de ménager aux bacilles pathogènes une eau portée à une température qui leur soit propice et *stérilisée*, c'est-à-dire dans laquelle on a supprimé la redoutable concurrence vitale des saprophytes. Kraus, à Munich, a cherché à se placer dans des conditions naturelles en opérant sur trois eaux distinctes : l'eau de distribution de Mangfall et deux eaux de puits, dont l'une ne servait pas à la boisson, mais donnait 1,500 colonies par centimètre cube. Aucune d'elles ne fut stérilisée et leur température resta aux environs de 10°,5. Dans de telles eaux, le *bacille de Koch* disparut en vingt-quatre heures ; le *bacille typhique* en six jours, et le *bacille du charbon* en trois. L'auteur attribue ce rapide anéantissement à l'action des bactéries aquatiques ordinaires. Toutefois, le nombre de celles-ci dans l'eau ne paraît pas avoir d'importance, puisque la disparition des organismes pathogènes s'est faite aussi vite dans l'eau très pure de Mangfall que dans celle très souillée des puits; observation, d'ailleurs, qui contredit doublement celle de Gabriel Pouchet, d'après laquelle le bacille typhique se conserve et se développe beaucoup mieux dans l'eau pure que dans une eau souillée.

Finalement, nous croyons pouvoir maintenir ici les deux conclusions que nous avons formulées naguère au sujet de la véhiculation du bacille typhique par l'eau, et dont la seconde, adoptée à l'étranger, était ainsi conçue : *L'eau, telle qu'elle se présente dans la nature, et fût-elle riche en matière organique, est un milieu antipathique aux bactéries pathogènes.*

2° *Constatations directes.* — Pasteur est le premier qui ait annoncé l'existence, dans les eaux, même très pures, d'un *vibrion* (septique ou pyogène) capable de rendre l'eau dangereuse, si l'on s'en sert pour le lavage des plaies, sans l'association d'un antiseptique. On n'a plus guère reparlé de cet organisme qui, d'ailleurs, ne paraît pas être offensif par la voie gastrique. La découverte, par G. Gaffky, élève de R. Koch, de la *bactérie de la septicémie du lapin* de Davaine, dans l'eau de la Panke (1881), à Berlin, fit quelque sensation. Ce fut une nouvelle bien plus sérieuse, lorsque R. Koch lui-même écrivit de Calcutta (4 mars 1884) qu'il venait d'obtenir des bacilles du choléra en grand nombre par la culture de l'eau d'un *tank*, dans lequel on avait lavé du linge de cholériques et sur les bords duquel le choléra sévissait. Depuis lors, *Kommabacillus* a été revu dans diverses eaux; mais déjà, Rob. Koch avait reconnu que ce bacille, prétendu amphibie, vit d'autant moins longtemps dans l'eau qu'elle est plus souillée. Dans ces dernières années, l'attention s'est portée vers les observations qui ont eu pour objet le *bacille typhique* et sa présence (non expérimentale) dans l'eau.

Quand une eau est suspectée de receler le bacille typhique, on la cultive sur la gélatine nourricière, comme pour la numération des colonies. Il se développe, en effet, un nombre de colonies plus ou moins considérable. Parmi celles-ci, il

s'en présente quelquefois une ou deux, dont l'aspect rappelle la physionomie des cultures pures de *bacillus typhi abdominalis*. On s'empresse d'isoler cette colonie et de la cultiver seule. Les nouvelles cultures sont d'un examen plus facile; le contrôle au microscope, la coloration, peuvent s'exercer sur une espèce univoque; on a le moyen, sinon de faire sur les animaux des expériences de transport qui ne prouvent rien, au moins de comparer les bacilles de culture avec ceux que l'on extrait des rates de typhoïsants encore en vie (procédé que nous ne recommandons pas).

Il existe un certain nombre d'observations dans lesquelles on a cru reconnaître le *bacille typhique* dans l'eau de boisson, à l'occasion d'une épidémie de fièvre typhoïde et, régulièrement, *après* l'épidémie plutôt qu'*avant*, ou même dans la période de formation. On en trouvera l'indication dans les *bibliographies* (pages 194 et 199). Bornons-nous à rappeler, dans l'ordre chronologique, les noms des bactériologues qui auraient réussi à saisir sur le fait la culture spontanée de ce parasite dans une eau servant à la consommation des humains: Mörs (1885), Ivan Michael, L. Dreyfus-Brisac et F. Widal, Brouardel, Chantemesse et Widal, Brouardel et Chantemesse, Thoinot, Marty et Chantemesse, Rollet, Arloing et Morat, F. Marié-Davy, Macé.

Il convient d'en rapprocher les recherches négatives de G. Gaffky (Epidémie de la garnison de Wittenberg, 1881); de C. Cramer, lors de l'épidémie de Zurich, en 1884; de Rietsch, à l'occasion de l'épidémie typhoïde survenue dans la division de réserve du Tonkin au camp du Pas-des-Lanciers, en 1885; de M. Simmonds, à Hambourg, dans une épidémie qui régna sur cette ville, la même année, et que l'on crut devoir attribuer à l'eau.

Sans entrer dans la question étiologique générale, on peut mettre, en regard des faits positifs ou soi-disant tels, les résultats de l'expérimentation (voy. plus haut), desquels il résulte que la présence des bacilles pathogènes dans l'eau ne peut être qu'une rareté, et les difficultés singulières de la morphologie des Schizomycètes. Plagge et Proskauer assurent que le bacille typhique en particulier est de ceux qu'il est le plus facile, d'après ses caractères extérieurs, de confondre avec des bactéries inoffensives. D'autre part, les agents infectieux ont toutes les chances du monde de n'être plus dans les milieux au moment où l'on a une raison de les y chercher. Aussi, encore que la constatation du bacille typhique dans l'eau soit possible, doit-on la considérer comme une rare exception, de même que c'est une exception de rencontrer dans l'eau le bacille-virgule du choléra, dont les propriétés physiques et biologiques ont cependant plus de caractères différentiels que beaucoup d'autres.

Bibliographie. — Reichardt (E.) : *Grundlage zur Beurtheilung des Trinkwassers.* 4te Auflage. Halle-a.S. 1880. — Gérardin (Aug.): *L'altération de la Seine en 1880* (Rev. d'hyg., II, p. 748, 1880). — Neuville (G.) : *Des eaux de Paris.* Thèse de Paris, 1880. — Fodor (Joseph) : *Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser*, aus dem Ungarischen übersetzt. Braunschweig, 1881. — Jaquemet : *Les eaux de la région des chotts* (Rec. des mém. de méd. militaire; 3e série, XXXVII, 1881). — Moissonnier : *Rapport sur le régime des eaux en Tunisie.* (Ibid.). — Muncaksy (Paul) : *Ueber den Gas-*

gehalt des Trinkwassers (D. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gespflg., XIII, p. 242, 1881). — *Eau distribuée à Paris* (Annal. d'hyg., 3e série, VI, p. 301, 1881). — CARNOT (Ad.) : *Rapport sur les eaux des cimetières.* Paris, 1881. — WOLFFHÜGEL : *Wasserversorgung* (Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten von Pettenkofer und Ziemssen, II, 1, 1882). — TIEMANN (Ferd.) und PREUSSE (C.) : *Wasser* (Eulenberg's Handbuch des öffentlichen Gesundheitwesens. Berlin, 1882). — DIEULAFAIT : *Origine des sels existant à l'état de dissolution dans l'eau des mers* (Bull. Association scientifiq. de France, p. 137, 1882). — GIARD (Alfred) : *Sur le Crenothrix Kühniana Rabenhorst, cause de l'infection des eaux de Lille* (Acad. des scienc., 31 juillet 1882). — ROLLET (J.) : *Influence des filtres naturels sur les eaux potables* (Congrès internat. d'hyg. de Genève, 1882). — MANSON (Patrick) : *Medical Reports for the half-year ended 30 september 1881* (China Imperial Maritime Customs. Shangai, 1882). — REMY : *Maladies parasitaires au Japon* (Bull. Acad. de médecine, 24 avril 1883). — POINCARÉ : *La contamination des cours d'eau par les soudières* (Annal. d'hyg. publ., 3e série, IX, p. 216, 1883). — GÉRARDIN, GAVIN et REMILLY : *La qualité des eaux de Versailles en 1879 et 1880* (Revue d'hyg., V, p. 265, 1883). — VALLIN (Ém.) : *De la protection des sources d'eau potable* (Rev. d'hyg., V, p. 441, 1883). — EMMERICH (Rud.): *Das Brunnenwasser von Lissabon* (Archiv f. Hygiene, I, p. 389, 1883). — WOLFFHÜGEL (G.) und TIEMANN (Ferd.) : *Ueber die hygienische Beurtheilung der Beschaffenheit des Trink-und Nutzwassers* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XV, p. 552, 1883). — SMITH (Robert Angus) : *Notes on the development of living germs in water by the Koch's gelatine process* (Sanitary Record, 15 février 1883). — AMAT (Ch.) : *Les eaux du Mzab* (Archives de méd. militaire, III, p. 463, 1884). — DAREMBERG, GAUTIER, PROUST : *Les eaux de Paris* (Bull. Acad. méd., octobre 1884). — HULWA (Franz) : *Beiträge zur Schwemmkanalisation und Wasserversorgung der Stadt Breslau* (Centralblatt f. allgem. Gesundheitspflg., I. Ergänzungsheft, p. 89, 1884). — WEIGELT (C.) : *Die Schädigung von Fischerei und Fischzucht durch Industrie und Haus-Abwässer* (Archiv f. Hygiene, III, p. 40, 1885). — HERAEUS (W.) : *Ueber das Verhalten der Bacterien im Brunnenwasser, sowie über reducirende und oxydirende Eigenschaft* (Zeitschrift f. Hygiene, II. p. 163, 1886). — WOLFFHÜGEL und RIEDEL : *Die Vermehrung der Bakterien im Wasser. Experimentelle Ermittelung* (Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, I, p. 454, 1886). — ROSENBERG (Bernhard) : *Ueber die Bacterien der Mainwasser* (Archiv f. Hygiene, V, p. 446, 1886). — BOLTON (Meade) : *Ueber das Verhalten verschiedener Bacterienarten im Trinkwasser* (Zeitschrift f. Hygiene, I, p. 76, 1886). — LEONE (C.) : *Untersuchungen über die Mikroorganismen des Trinkwassers und ihr Verhalten in Kohlensauren Wässern.* Aus dem italienischen Manuskript übersetzt von Dr v. Sehlen (Archiv f. Hyg., IV, p. 168, 1886). — PLAGGE und PROSKAUER (Bernhardt) : *Bericht über die Untersuchungen des Berliner Leitungswassers von 1 juni 1886 bis 1 april 1886* (Zeitschrift f. Hygiene, II, p. 401, 1887). — KRAUS (C.) : *Ueber das Verhalten pathogener Bacterien im Trinkwasser* (Archiv f. Hyg., VI, p. 234, 1887).

MALADIES ATTRIBUÉES A L'EAU. — Tantôt c'est la genèse même de la maladie que l'on croit être au pouvoir de l'eau; tantôt, et plus souvent, il ne s'agit que de la diffusion d'un agent pathogène, c'est-à-dire de la propagation d'une maladie.

Nous avons mis hors de cause le grand parasitisme, *entozoaires*, *hématozoaires*, et les intoxications minérales. Le rôle de l'eau, à cet égard, dans des cas donnés, est positif. Nous n'y reviendrons pas. La question est plus intéressante vis-à-vis des maladies suivantes.

Goitre et crétinisme. — La variété des propriétés successivement incriminées dans l'eau, à l'égard de l'endémie goitreuse, a surtout prouvé l'ignorance dans laquelle on vit de la cause véritable. Pline accusait l'eau de neige fondue, c'est-à-dire privée d'air; Inglis, Grange, Aitken, ont dénoncé les sels magnésiens; Mac Clellan, les sels de chaux; Saint-Lager, les sels métalliques et spécialement les pyrites (sulfures de fer et de cuivre); Maumené, le fluor; Prévost et Chatin, le manque d'iode dans les eaux des pays à goitre. Ce fut déjà un progrès lorsque Bonjean, Vingtrinier, Moretin, Lenoir, Morel, Lunier, soupçonnèrent la présence dans les eaux « goitri-

gènes », de matières organiques douées de propriétés spéciales, peut-être d'un principe analogue au miasme de la malaria. Saint-Lager a abandonné l'étiologie par le sulfure de fer. Longuet constate qu'il y a des sources notoirement « goitrigènes » ; mais le problème reste aussi obscur qu'autrefois de savoir si la cause de la triste endémie goitreuse est l'un des éléments connus de l'eau ou un autre, encore à déterminer. Peut-être finira-t-on par rattacher nettement le goitre au parasitisme, de la même façon que Viry et Richard ont soutenu la nature *infectieuse* du goitre épidémique de la garnison de Belfort en 1877. Il y aura lieu alors de reconnaître, dans l'eau, la bactérie goitrigène. Nous ne sachions pas que personne y ait pensé.

Calculs urinaires et gravelle. — Une opinion assez répandue, quoique ne reposant que sur des vues théoriques, veut que les eaux calcaires contribuent à déterminer la pierre dans la vessie. Le fait que les affections calculeuses prédominent dans certaines régions territoriales pourrait aussi faire songer à des influences dépendant de la nature du sol et par suite de celle des eaux qui traversent ces terrains. Cependant les hommes sont plus calculeux et graveleux que les femmes, quoique buvant plus qu'elles tout autre liquide que l'eau, et les riches plus que les pauvres. Il s'agit vraisemblablement d'une direction particulière de la nutrition dépendant d'une étiologie complexe et beaucoup plus large que cette opinion ne le ferait supposer.

Fièvre malariale. — Le terme même de *malaria* atteste que, dans l'esprit de nombreuses générations de médecins et de malades, le principe infectieux de l'impaludisme a passé jusqu'aujourd'hui pour être véhiculé par l'air et non par l'eau. Si ce principe était le parasite que Klebs et Tommasi Crudeli cultivaient du sol malarial, il serait probablement soulevé facilement dans l'air avec les poussières de la saison sèche. Mais le *Bacillus malariæ* n'a pas pris rang dans le cadre des organismes pathogènes, et l'on peut encore garder quelques réserves vis-à-vis de l'hématozoaire de Laveran, qui, selon les vues de l'auteur, pénétrerait exclusivement par les voies digestives et avec l'eau de boisson. Sur le terrain des faits, Léon Colin a fortement amoindri l'argument que Boudin tirait jadis de l'histoire du navire sarde (l'*Argo*, 1834), sur lequel cent vingt militaires de passage auraient été atteints de fièvre d'accès pour avoir bu de l'eau palustre embarquée avec eux, l'équipage, qui buvait une eau différente, restant indemne : un autre historien, Léonard, pense avoir de bonnes raisons pour qualifier de *fièvre typhoïde* les prétendus accidents palustres offerts par ces soldats. Nous-même avons cherché à ramener à leur juste valeur les quelques faits cités par Henri Blanc, ce courageux médecin anglais qui fut prisonnier de Théodorus, à l'appui de la contamination palustre par véhiculation aqueuse et par la voie gastrique.

Les expériences faites avec l'eau palustre, dans un lieu où les sujets d'expériences respirent en même temps l'air malarial, ne sauraient être bien probantes. On a pu attacher plus d'importance aux faits de disparition, ou plutôt d'atténuation des fièvres, dans certaines localités à la suite de l'établissement d'une distribution de bonne eau. Mais il a été répondu

qu'en outre de la protection générale de la nutrition, assurée par une eau irréprochable, l'amenée de l'eau de source dans une commune prouve surtout une administration intelligente et amie du progrès, qui réalise en même temps, sans doute, beaucoup d'autres améliorations très propres à diminuer l'impaludisme de la contrée. En fait, la fièvre malariale existe à Rome, où l'eau est excellente, et on l'observe dans d'autres grandes villes, à l'occasion de remuements de terrains, sans qu'il soit rien changé à l'eau de boisson.

Diarrhée. Dysenterie. — Ce que peuvent provoquer ces eaux palustres et toutes les « eaux de hasard », que des colonnes en expédition, des voyageurs, voire des populations fixes, mais négligentes (et négligées par les administrations), consomment par étourderie ou par nécessité, c'est bien plutôt la *diarrhée* et la *dysenterie* (Barrallier, Léon Colin, Jules Arnould) que des manifestations malariales. Et s'il ne faut voir en ceci rien de spécifique, mais une irritation des voies digestives par des matières uniformément putrides, on admettra bien encore que de semblables accidents résultent parfois de l'ingestion d'eaux malpropres quelconques, dès que la malpropreté est constituée par des détritus organiques. On n'a jamais guère manqué de mentionner la souillure organique de l'eau parmi les causes des épidémies de dysenterie qui ont régné en France (Briquet).

A la vérité, la dysenterie a quelques droits à prendre place parmi les *infectieuses*, quoique son microbe n'ait pas encore fait parler de lui. Ch. Amat a fait cesser une épidémie de dysenterie qui régnait sur la garnison de Saint-Germain-en-Laye, en soumettant à l'ébullition préalable l'eau du Pecq, consommée par les soldats et qui était très souillée de matières organiques. Or, l'ébullition a surtout pour effet de tuer les bactéries. Toutefois, la dysenterie ne disparut, par l'usage d'eau bouillie, qu'au 11e chasseurs; elle persista au 16e dragons. (*Statistique médic. de l'armée pour* 1884.)

Fièvre typhoïde. — L'eau malpropre, même lorsqu'elle renferme des matières fécales, n'*engendre* point la fièvre typhoïde, si elle ne véhicule en même temps le bacille typhique; mais elle semble tout à fait capable de disposer l'économie, — localement, par son action irritante sur la muqueuse digestive, — d'une façon générale, à titre de moyen dépresseur de la nutrition, — à recevoir le parasite spécial et à devenir pour lui un milieu nourricier. Il est clair que le trouble digestif banal favorise au mieux l'implantation d'un microorganisme qui s'établit d'abord dans les follicules intestinaux. Nous ne saurions trop répéter que c'est là une raison suffisante pour réclamer l'amenée d'eau irréprochable de la part des administrations des villes qui souffrent particulièrement de la fièvre typhoïde; de même que l'établissement d'une bonne distribution d'eau explique la diminution des coups de ce fléau dans des localités qui en avaient jusque-là été des foyers.

Pour ce qui est de la réelle véhiculation du bacille typhogène et, par suite, de la propagation de la fièvre typhoïde par l'intermédiaire de l'eau, il est évident que la réalisation n'en est pas absolument impossible. Des selles de typhoïsants peuvent arriver dans l'eau et il serait certainement dangereux, au point de vue de la fièvre typhoïde, de boire cette eau dans un

délai assez court après la contamination spécifique. Personne ne soutient le contraire et il nous a même semblé que Pettenkofer et Soyka, les ennemis jurés de l'étiologie par l'eau de boisson, ne s'inscriraient pas en faux contre cette formule; ils ne contestent pas, au moins, que l'eau puisse servir à transporter les germes typhoïdes jusqu'au point où ils seront convenablement placés pour mûrir. De telle sorte que l'éloquent défi porté par Brouardel, au Congrès de Vienne, avait toutes les chances imaginables de n'être point relevé. *La fièvre typhoïde peut être transportée par l'eau, lorsque la contamination de celle-ci par des déjections de typhoïsants est récente et a été directe.* Nous l'avons reconnu au *Congrès d'hygiène* de Genève (1882) et n'avons pas découvert, depuis, de raisons d'aller plus loin que cette formule. Au contraire, les recherches mentionnées précédemment et qui ont si nettement mis en relief la filtration efficace du sol sur les bactéries, l'antipathie des bacilles pathogènes pour l'eau et leur infériorité dans la concurrence vitale vis-à-vis des bacilles aquatiques, ces recherches nous portent à croire que la proposition de Brouardel : « que l'eau est le distributeur qui la porte (la fièvre typhoïde) 99 fois sur 100 » serait plus près de la vérité, en la retournant.

Les observations d'épidémies typhoïdes *attribuées* à l'eau de boisson contaminée sont assez nombreuses. Il en est peu qui remplissent, au point de vue des anamnestiques étiologiques, la double condition que nous indiquons plus haut. Le plus souvent, l'étiologie est faite par induction ou s'appuie sur des expériences sans valeur, tout en négligeant des faits d'observation de grande importance en hygiène et en nosologie.

Nous avons cité ailleurs : l'épidémie du couvent des sœurs de charité de Munich (1861); celles de l'orphelinat de Halle-s.-Saale (Zuckschwerdt 1871), de Lausen, canton de Bâle (Hägler, 1872); de Croydon (1875, Carpenter, Buchanan); d'Ackworth (1870), du collège de Braham (1869, G. Wilson); du village des Monts (L. Baraduc, 1879); de Caterham et Red Hill (1879, Thorne-Thorne); de Nabburg (Proels, 1880), etc.

De plus modernes sont indiquées plus loin, en bibliographie. On nous permettra de ne pas les mentionner ici, afin d'éviter un double emploi. Il est, du reste, entendu aujourd'hui que la fièvre typhoïde, dans Paris, n'est pas propagée autrement que par l'eau de boisson. Et l'on a pu croire un moment qu'il allait en être de même des autres villes. Mais voilà qu'en 1887, quelques semaines après l'éclatante profession de foi étiologique présentée au *Congrès d'hygiène de Vienne*, deux grandes cités, le Havre et Bordeaux, pourvues d'une eau excellente et sans soupçon, se sont vues en proie à une sévère épidémie de fièvre typhoïde. Il va sans dire que les eaux ont été dénoncées tout d'abord, par habitude, et que le public, apeuré par des doctrines retentissantes, les accusa de confiance. On visita comme des impures, ces eaux vierges. Les chimistes les analysèrent; la gélatine les cultiva. On ne trouva rien (ce qui est presque étonnant, mais très heureux). Il ne semble pas que les hygiénistes locaux ni les administrations aient beaucoup apprécié cette haute sollicitude, non plus que les théories qu'on leur appliquait dans l'espèce.

A Paris même, une réaction, qu'on peut dire salutaire, a commencé. Bechmann (*Société de médecine publique*, 23 novembre 1887) proteste contre la théorie de Brouardel et fait remarquer que, dans le moment même où trois arrondissements

de Paris recevaient de l'eau de Seine et subissaient la fièvre typhoïde attribuée à cette eau, les autres arrondissements, desservis par l'eau de source, avaient la fièvre typhoïde tout comme les premiers et même davantage. De même, l'exacerbation de la fièvre typhoïde chez les sapeurs-pompiers, dont Régnier a accusé la substitution de l'eau de rivière à l'eau de source, coïncidait avec une augmentation des cas dans la population civile, y compris la caserne de Ménilmontant, qui n'avait pas cessé d'être alimentée par l'eau de la Dhuis.

Il n'est pas utile de relever l'insignifiance des preuves tirées de l'expérimentation par les solutions de sel marin, d'aniline, d'acide phénique, auxquelles on faisait traverser un certain espace de terrain pour démontrer que les bacilles typhiques peuvent en faire autant; non plus que l'inanité de cet argument : que l'épidémie a cessé lorsque l'on eut fermé le puits d'où l'on supposait qu'elle était sortie. D'abord il y a eu de ces épidémies, prétendues d'origine aquatique, qui ont continué malgré la fermeture des fontaines suspectes; celle d'Auxerre (1882, Dionis des Carrières) est en partie dans ce cas. En outre, il convient de remarquer que toutes les épidémies finissent naturellement à une certaine date, et que cette date peut bien coïncider avec l'époque, toujours assez tardive, où, après enquête et réflexion, les administrations appliquent le remède qu'on leur a signalé comme le meilleur.

Il nous a toujours paru regrettable, en pareil cas, que l'on ait trop négligé, en ne visant que l'eau, un certain nombre de mauvaises conditions d'hygiène urbaine ou privée, très favorables aussi à la propagation de la fièvre typhoïde, encore que l'usage d'une mauvaise eau puisse être rapproché, au même titre banal ou spécifique, de ces circonstances adjuvantes ou parfois déterminantes.

Bibliographie. — L'eau et la fièvre typhoïde. — Baraduc (Léon) : *Contribution à l'étude de la fièvre typhoïde* (Bull. Soc. méd. publiq., 8 décembre 1880). — Ballard (Edward) : *Observations on some ways in which drinking-water may become polluted with the contagium of enteric fever* (British medic. Journal; janvier 1880). — Brautlecht (J.) : *Pathogene Bacteriaceen im Trinkwasser bei Epidemie von Typhus abdominalis* (Virchow's Archiv. LXXXIV, p. 80, 1881). — Dionis des Carrières : *L'épidémie de fièvre typhoïde d'Auxerre* (Bull. Soc. méd. des hôpitaux, décembre 1882). — Cérenville (de) : *Étiologie et prophylaxie de la fièvre typhoïde* (IVe Congrès internat. d'hygiène, t. I, p. 269 et suiv. Genève, 1883). — Guillaume : *L'eau du Seyon et la fièvre typhoïde à Neufchâtel.* Neufchâtel, 1882. — Zander : *Zur Lehre von der Untersuchung des Trinkwassers mit Bezug auf die Ætiologie des Typhus* (Cent. bl. f. allg. Ges., II, p. 67, 1883). — Fleury (de) : *Relation de nombreux cas de fièvre typhoïde causés par l'usage d'eaux souillées par les matières excrémentitielles* (Gazette hebdomad. de Bordeaux, 1883). — Vulliet (F.) : *La fièvre typhoïde. Etiologie et prophylaxie.* Genève-Paris, 1884. — Garnier (L.) : *De la contamination des eaux de puits par des infiltrations d'origine excrémentitielle, au point de vue de l'étiologie de la fièvre typhoïde* (Annal. d'hyg. publiq., 3e série, XII, p. 493, 1884). — Gaffky (Georg) : *Eine Epidemie von Abdominaltyphus unter den Mannschaften der 3. Brandenburgischen Infanterie-Regiment* n° 20 *im Sommer* 1880 (Mittheilungen aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte, II, p. 372, 1884). — Kratter : *Studien über Trinkwasser und Typhus.* Graz, 1885. — Hueppe : *Die Wasserleitung von Wiesbaden als angebliche Ursache der Typhusepidemie*, 1884. — Rondet : *Relation d'une épidémie de fièvre typhoïde à Neuville-sur-Saône.* Lyon, 1885. — Wyss (H. v.), Cramer, etc. *Die Wasserversorgung von Zürich, ihr Zusammenhang mit der Typhusepidemie des Jahres* 1884. Zürich, 1885. — Longbois : *Des conditions typhogènes d'un groupe de maisons à Joigny.* Paris, 1886. — Simmonds (M.) : *Die Typhusepidemie in Hamburg im Jahre* 1885 (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gspflge, XVIII, p. 537, 1886). — Rietsch : *Contribution à l'étiologie de la fièvre typhoïde à propos de l'épidémie du Pas-des-Lanciers* (Journal de l'Anatomie, mai-juin 1886). — Régnier (L.) : *Note sur l'influence des eaux d'alimentation sur le développement de la fièvre typhoïde dans les différentes casernes de Sapeurs-pompiers en* 1882 *et en* 1885 (Archives de médecine militaire, VIII, p. 81, 1886). — Mörs : *Die Brunnen der Stadt Mülheim-am-Rhein vom bakteriologischen Standpunkte aus betrachtet* (Ergänzungshefte zum Centr. blatt f. allgem. Gesundheitspflege, II, 2, p. 133, 1886). — Dreyfus-Brisac (L.) et

WIDAL (Fern.) : *Épidémie de famille de fièvre typhoïde* (Gazette hebdomad. de méd. et chir., p. 726, 1886). — BROUARDEL (P.) : *Sur une épidémie de fièvre typhoïde qui a régné à Pierrefonds en août-septembre* 1886 (Acad. scienc., 13 décembre 1886 et Revue d'hygiène IX, p. 116, 1887). — CHANTEMESSE (A.) et WIDAL (F.) : *Le bacille typhique* (Bull. Soc. méd. des hôpitaux, 25 février 1887). — ARNOULD (Jules) : *L'eau et les bactéries, spécialement les bactéries typhogènes* (Revue d'hyg., IX, p. 27, 1887). — CORNIL : *L'eau de rivière et la fièvre typhoïde à Paris* (Acad. de méd., 29 mars 1887). — THOINOT : *Sur la présence du bacille de la fièvre typhoïde dans l'eau de la Seine à Ivry* (Acad. méd., 5 avril 1887). — VALLIN (E.) : *L'eau de Seine et la fièvre typhoïde* (Rev. d'hyg., IX, p. 265, 1887). — BROUARDEL (P.) et CHANTEMESSE (A.) : *Enquête sur les causes de l'épidémie de fièvre typhoïde qui a régné à Clermont-Ferrand* (Revue d'hygiène, IX, p. 368, 1887. — ROLLET (J.) : *Épidémie de fièvre typhoïde à l'École normale et au collège de Cluny*. Lyon, 1887. — LECHAUDEL : *L'épidémie de fièvre typhoïde de Sézanne* (Archives de médecine militaire, X, p. 431, 1887. — MARTY : *Sur l'analyse de l'eau des fontaines de la commune de Belvès* (Dordogne) (Bull. Acad. méd., 6 septemb. 1887). — SOYKA (Isid.) : *Zur Ætiologie des Abdominaltyphus* (Archiv f. Hygiene, VI, p. 257, 1887). — BECHMANN : *Les eaux de Paris et la fièvre typhoïde* (Bull. Soc. de méd. publ., 23 novemb. 1887). — MARIÉ-DAVY : *Contribution à l'étude des eaux potables* (Journal d'hygiène, 3 nov. 1887). — MARTIN (A.-J.) : *L'épidémie de fièvre typhoïde et l'assainissement au Havre* (Gazette hebdomad., 9 décembre 1887). — *Bordeaux. L'épidémie de fièvre typhoïde* (Rev. gén. de cliniq. et de thérapeutiq., 15 décembre 1887). — ARNOULD (Jules) : *Typhoïde* (fièvre). (Dictionn. encyclopéd. des scienc. médic., 1888).

Le choléra. — Les difficultés doctrinales et celles de l'interprétation des faits pathologiques sont à peu près les mêmes au sujet de la propagation du choléra que sur le terrain de la fièvre typhoïde. Nous avons vu que le bacille du choléra ne résistait que vingt-quatre heures dans l'eau, entre les mains de C. Kraus. Robert Koch avait, antérieurement, limité sa vitalité à vingt-quatre heures, dans le contenu d'une fosse d'aisances, sept jours dans l'eau d'égout, trente jours dans l'eau de puits, c'est-à-dire qu'il semblait se maintenir d'autant moins que la concurrence des saprophytes était plus décidée. Koch, Nicati et Rietsch lui accordent quatre-vingt-un jours d'existence dans l'eau du port de Marseille. Il paraît que ce contage se maintient mieux dans l'eau salée.

Au demeurant, *Kommabacillus* est à peu près, pour son inventeur, une plante aquatique; la sécheresse lui est mortelle. Aujourd'hui encore, on doute que ses spores, vues par Hüppe, et qui pourraient se trouver dans la poussière, soient suffisamment démontrées. « On ne connaît pas un seul cas, dit R. Koch, dans lequel le choléra, comme le sang de rate et la variole, se soit propagé par des objets secs. » Cette formule si exclusive nous paraît d'une hardiesse imprudente.

Comme pour la fièvre typhoïde, il y a deux camps en présence. La véhiculation par l'eau est soutenue par Robert Koch et ses élèves; en France, par Marey, L. Le Fort, Laboulbène et, pour des cas particuliers, par Proust et Charrin ; en Italie, par Ceci, Maragliano, Stassano, Pagliani et la *Société italienne d'hygiène;* en Angleterre, par de Renzy, Macnamara. En revanche, l'école de Munich et son chef, Pettenkofer, repoussent plus que jamais cette doctrine déjà vieille, mais à qui le bacille-virgule a entr'ouvert de nouveaux horizons. A l'Académie de médecine de Paris, sans partager pour cela les idées doctrinales de l'étranger, Michel Peter et Léon Colin résistent avec éclat à l'entraînement général vers la théorie de la propagation par eau et, personnellement, nous n'hésitons pas à nous rattacher à

cette minorité et à répéter pour le choléra la formule que nous avons proposée pour la fièvre typhoïde : *La propagation du choléra par l'eau n'est pas impossible, dans le cas de projection directe et récente des excrétions cholériques dans l'eau de boisson; mais ce mode est d'une réalisation difficile et rare.*

L'idée de la propagation du choléra par l'eau de boisson a rendu célèbre l'Anglais Snow, qui la formula en 1849 et l'appliqua aux épidémies de 1854 et 1866, à Londres, avec un certain bruit. L'histoire de la pompe de Broad-Street est légendaire; Marey l'a reproduite à l'Académie de médecine, en même temps que Le Fort rappelait les accusations portées, en ce temps-là, contre la Compagnie des eaux de la Lea, par Netten Radcliffe. Or, Letheby avait déjà fait ressortir les hypothèses gratuites sur lesquelles s'appuyait cette étiologie et les faits contradictoires : des groupes entiers recevant la même eau que les quartiers atteints et n'éprouvant que peu ou point de choléra; d'autres qui, au milieu du quartier envahi buvaient l'eau non suspecte d'un puits artésien et avaient le choléra comme les voisins. Si bien que Letheby déclarait que l'on pourrait rapporter la carte du choléra à la canalisation du gaz tout autant qu'à celle de l'eau. Pettenkofer a relevé partout ailleurs des faits identiques.

Le choléra de Gênes (1884) passa pour avoir été amené par le canal Nicolaï, dérivé de la Scrivia, dans laquelle les femmes de Bussola avaient lavé des linges de cholériques, en amont de la ville. Quand on eut fermé ce canal, dit Ceci, il se produisit une amélioration sensible. Léon Colin fait remarquer que l'on ferma aussi les cabarets. La statistique officielle reconnait, d'ailleurs, qu'il y avait eu des cas de choléra dans Gênes le 30 et le 31 août, tandis que l'on n'en vit que le 20 septembre à Bussola; par conséquent, les premiers au moins ne dérivaient pas des seconds par voie fluviale. Finalement, Gênes déverse ses immondices dans son port, de même que Marseille; ce qui ne l'empêche pas d'être assez sale, à l'intérieur, et d'avoir un sol (tuf) imprégné de putridité, ainsi que Monti l'a écrit à Pettenkofer.

A Naples, Emmerich a fait remarquer que l'hôpital d'enfants de l'*Annonciata*, quoique alimenté en eau de la Bolla (irréprochable), a eu le choléra comme les autres habitations du quartier bas, dans lequel il est situé, et qui devait justement son atteinte aux conditions *locales* de son emplacement.

La garnison de Paris, en 1884, dit Léon Colin, a été particulièrement frappée dans la personne des Sapeurs-pompiers, plantons, ordonnances, soldats de bureaux, qui passent leur vie partout excepté à la caserne et boivent toute espèce d'eaux. L'épidémie disparut brusquement des casernes de Reuilly et Bonaparte, sans que l'on eût changé d'eau. On avait seulement pratiqué l'isolement. D'ailleurs le choléra a maintes fois éclaté, à Paris, dans un grand nombre de points, assez distants les uns des autres, simultanément.

Dans les relations de Marey et de Laboulbène, nous avons surtout été frappé de ce fait, que le choléra est plus sévère dans les quartiers denses des communes, autour de l'église, par exemple, dans les points déclives, sur les rives fangeuses des ruisseaux et dans les habitations malpropres. La malpropreté générale des villes et des immeubles est encore ce qu'il a été le plus facile de constater comme conditions de la propagation du choléra à Toulon, à Marseille, en Bretagne et chez diverses nations qui nous touchent de près.

Il y a quelques observations d'une étonnante sagacité pour ce qui concerne le rôle de l'eau comme véhicule du choléra, dans le rapport de Robert Koch et Gaffky. A notre avis, ce qui n'y est pas assez, c'est la conclusion que l'on pourrait

tirer de l'étrange négligence, d'ailleurs constatée, que les mœurs orientales admettent vis-à-vis de l'éloignement des immondices. Les ouvriers français des moulins de Boulak boivent sans doute une eau différente de celle des indigènes du Caire. Mais nous nous plaisons à croire qu'ils ont aussi des habitudes différentes à tout autre égard. Voici, du reste, qui prouve l'influence banale de l'eau de boisson et non pas le rôle spécifique que prétendent les auteurs. Le même canal d'eau douce fournit à la consommation des trois villes de Suez, Ismaïlah et Port-Saïd. A Ismaïlah, le canal traverse le quartier arabe à découvert et se trouve soumis à de nombreuses souillures; on eut, 16,8 décès cholériques sur 1000 habitants, dans cette ville. En se dirigeant sur Suez, le canal traverse le désert; son eau est peu contaminée; en 1883, Suez eut seulement 4,7 décès sur 1000 habitants. Enfin, d'Ismaïlah à Port-Saïd, l'eau traverse des conduites en fer, imperméables ; on ne compta à Port-Saïd, que 0,46 décès cholériques sur 1000 vivants. Eh bien! c'est là que la théorie nous semble faible. S'il y a des bacilles-virgules dans l'eau qui va d'Ismaïlah à Suez ou d'Ismaïlah à Port-Saïd, pourquoi ne font-ils pas le choléra de la même manière dans les trois villes? Et, s'il n'y en a pas, pourquoi le choléra existe-t-il néanmoins à Suez et à Port-Saïd, encore qu'il y soit plus clément qu'à Suez?

A la suite de son rapport sur le choléra du Finistère, Proust a inscrit cette conclusion, qui n'emporte pas, au moins, l'exclusivisme doctrinal : « L'eau a joué un rôle évident dans la propagation de la maladie à Guilvinec. Cette action, sans être aussi démontrée, paraît probable à Quimper et pour un quartier de Douarnenez. Cette action a été nulle à Audierne et surtout à Concarneau. » La conclusion correspondante du rapport général, en 1885, du même auteur, était plus vague : « L'eau a joué un rôle important dans la transmission. » L'essentiel est qu'il soit laissé place à l'examen. Nous l'avons fait, cet examen, sur le texte de l'honorable inspecteur des services sanitaires; et nous devons déclarer que nous n'y avons trouvé que des probabilités, des raisonnements par l'analogie ou par opposition; aucune preuve directe et péremptoire.

A part le fait, d'ailleurs négatif, et où il peut n'y avoir qu'une influence générale, de l'immunité de Lechiagat, approvisionné de bonne eau, par rapport aux malheurs de Guilvinec, on ne voit pas non plus d'une façon éclatante la transmission par l'eau, dans l'intéressant mémoire de H. Ch. Monod. En revanche, l'idée de la transmission directe ou par des effets à usage s'impose, en même temps qu'on est frappé du rôle énorme de liquides tout différents de l'eau, c'est-à-dire des boissons alcooliques.

Si l'eau de boisson n'est pas le véhicule le plus ordinaire du choléra, il n'en reste pas moins certain que la mauvaise eau, comme pour la fièvre typhoïde, est un puissant moyen d'*adaptation* de l'économie, par son action générale sur la nutrition et par son action locale sur le tube digestif, appelé à être le lieu de développement des organismes pathogènes. L'eau pure est donc une protection positive et l'on ne risque rien d'en approvisionner les villes comme si la théorie de la véhiculation aqueuse du choléra était exacte, à la condition que l'on ne s'enferme pas dans l'exclusivisme qu'elle engendre et que l'on ait soin de porter une attention égale sur les autres objets de l'hygiène.

Bibliographie. — Choléra. — Marey : *Les eaux contaminées et le choléra* (Bull. Acad. de méd., 14 octobre 1884). — Emmerich (Rud.) : *Ueber die Cholera in Neapel und die in*

Choleraleichen und Cholerakranken gefundenen Pilze (Archiv f. Hyg., II, p. 412, 1884). — MACNAMARA : *A lecture on asiatic cholera* (British medic. Journal, 15 mars 1884). — LE FORT (Léon) : *Les eaux contaminées et le choléra* (Discussion) (Bull. Acad. méd., octobr. 1884). — LABOULBÈNE : *Note sur l'importation et la propagation du choléra en* 1884, *dans le canton d'Aspet* (Haute-Garonne) (Bull. Acad. de méd., 17 mars 1885). — COLIN (Léon) : *L'épidémie de choléra de l'armée de Paris en* 1884 (Archives de méd. militaire, V, p. 285, 1885). — *Il cholera in Genova nel* 1884. Relazione dell' ufficio d'Igiene. Genova, 1885. — PROUST (A.) : *Epidémie cholérique en France. Compte rendu des rapports des médecins des épidémies dans quelques départements* (Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publ. de France, XIV, p. 217, 1885). — PETTENKOFER (Max v.) : *Zum gegenwärtigen Stand der Cholerafrage* (Archiv f. Hyg., IV-VII, 1885-87). — CHARRIN : *Le choléra à l'Ile d'Yeu en* 1886 (Rev. d'hyg., VIII, p. 1011, 1886). — MONOD (H. Ch.) : *L'épidémie de choléra au Guilvinec en* 1885 (Rev. d'hyg., VIII, p. 189, 1886). — PROUST (A.) : *Rapport sur l'épidémie de choléra dans le département du Finistère* (Recueil des travaux du Comité consult. d'hyg. publ. de France, XVI, p. 68, 1887). — CHARRIN : *Épidémie cholérique de* 1885-86 *dans les départements du Finistère et de la Vendée* (Ibid., p. 550). — KOCH (Rob.) et GAFFKY (Georges) : *Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera im Jahre* 1883 *nach Egypten und Indien entsandten Commission* (*Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte*, III, 1887).

Goitre. — VIRY (Ch.) et RICHARD (Eug.) : *De la nature du goitre épidémique qui a sévi sur les troupes de la garnison de Belfort en* 1877 (Gazette hebdomad. 1881, p. 457). — LONGUET (R.) : *Étude sur le recrutement dans l'Isère. Étiologie du goitre* (Archives de méd. milit., III, p. 97, 1884).

Dysenterie. — AMAT (Charles) : *Recherches étiologiques sur les épidémies de dysenterie régnant périodiquement à Saint-Germain en Laye* (Gazette médic. de Paris, p. 172, 1885).

Les bactéries de la glace. — Nous avons dû placer ici une sorte d'*appendice* pour la *glace*, qui n'est pas une espèce d'eau, mais peut rentrer indifféremment dans l'une des classes précédemment examinées et qui, en raison de ses usages, présente des particularités assez intéressantes, à notre point de vue, pour mériter une étude spéciale.

On emprunte la glace aux collections les plus diverses et même à la mer, que la cristallisation dessale; on en fabrique artificiellement avec de l'eau que l'on peut choisir parfaitement pure, et, au besoin, distillée.

La glace est employée à *rafraîchir* diverses boissons et à préparer certaines consommations de luxe. Lorsqu'elle est seulement appliquée sur le récipient de ces substances, ce n'est qu'une *eau d'utilisation*, d'un rôle assez secondaire pour ce qui regarde la santé. Mais si elle est introduite directement dans du vin, du café, des sirops, etc., elle devient véritablement une *eau de boisson*, et l'on a droit d'en attendre la même pureté que de toute autre. Cet usage direct n'est pas rare vis-à-vis des malades, à qui il importe particulièrement de ne rien ingérer d'offensif. Dans d'autres cas, l'on entoure de glace, sans intermédiaire, des viandes, du poisson, des fruits, dans un but de conservation. Ce contact avec des objets qui seront ensuite mangés rapproche ce rôle de la glace de celui qui vient d'être indiqué.

Or, si l'eau, en prenant l'état de glace, abandonne les sels dissous, il n'en est pas de même des molécules en suspension et, spécialement, des bactéries. La glace retient celles-ci et d'autant mieux, paraît-il, qu'elle emprisonne plus d'air en se formant, c'est-à-dire lorsqu'elle a l'aspect *bulleux* ou *neigeux* (Prudden).

De ce qu'une eau renferme des bactéries, fussent-elles en nombre très considérable, il ne s'ensuit pas qu'elle soit immédiatement dangereuse. La

question, assurément, est de savoir si ces bactéries sont pathogènes, ou si, parmi d'autres espèces, il en est de cette catégorie redoutable. Il ne semble pas, du reste, que C. Fränkel ait la moindre raison de prétendre que plus il y a de bactéries dans un milieu donné, plus grandes sont les chances d'y rencontrer des bactéries pathogènes. Mais il est à peu près constant que la malpropreté banale des eaux croît comme leur richesse en micro-organismes. Par conséquent, cette richesse est toujours une note fâcheuse pour une substance qui doit traverser les voies digestives.

L'eau se prend en glace avec les bactéries qu'elle renferme. Mais le premier effet de la congélation est la mort de la plus grande partie de ces organismes. En deux jours (C. Fränkel), il en disparaît les quatre cinquièmes; en cinq jours les neuf dixièmes. L'effet est encore plus sensible, selon Prudden, si au lieu d'un état continu de congélation, il y a des alternances de congélation et de dégel. De telle sorte que quand, par les procédés ordinaires, on a trouvé dans l'eau provenant d'une glace fondue un nombre élevé de bactéries, on peut affirmer que l'eau dont provenait cette glace était remarquablement sale. Par contre, lorsque les bactéries sont rares, on ne peut savoir si elles l'étaient primitivement ou si elles se sont raréfiées par le froid; de sorte qu'on ne doit pas en conclure que l'eau d'origine était bonne.

Il est des bactéries aquatiques ou des saprophytes que la congélation tue assez rapidement. Ainsi, *Bacillus prodigiosus*, *Proteus vulgaris*, avaient disparu au cinquante et unième jour de gelée, dans les expériences de Prudden. L'effet est malheureusement moins prompt et moins complet là où il serait le plus désirable, à savoir, sur les bactéries pathogènes. Il est sensible cependant. C. Fränkel reconnaît que la glace d'une eau renfermant des bacilles charbonneux peut encore fournir à des ensemencements fertiles après un temps assez long; mais il suffit pour cela qu'un petit nombre d'individus, les plus robustes, aient survécu. Le point curieux serait de préciser le nombre de ceux qui ont succombé. De même pour le bacille typhique; il est très résistant. Chantemesse et Vidal ont soumis à la gelée de l'hiver de 1886-1887 des tubes de bouillon préalablement ensemencés de cet organisme, sans que les microbes aient été détruits. Mais ils ont, selon toute apparence, diminué de nombre, encore que la diminution soit d'une certaine lenteur, ainsi qu'il résulte des expériences de Prudden, dont voici un extrait :

Bacilles de la fièvre typhoïde (par centimèt. cub.).

Avant congélation		innombrables.
Après congélation de	11 jours	1.019,403
— —	27 —	336,457
— —	42 —	89,796
— —	69 —	24,276
— —	77 —	72.930
— —	103 —	7.348

La congélation est donc meurtrière aux bactéries, y compris les bacilles pathogènes, et purifie certainement l'eau. Mais il est évident que l'effet

n'est pas assez rapide ni assez décisif pour équivaloir à une stérilisation. Aussi C. Fränkel a-t-il pu constater que la plupart des glaces vendues à Berlin et récoltées un peu au hasard, dans des prairies inondées, des canaux ou fossés, sont riches en bactéries — aquatiques d'ailleurs. Il en est même ainsi d'une part de la glace fournie par des industriels qui en fabriquent, — avec de l'eau distillée, mais aussi avec de l'eau de puits ; ce que l'on conçoit sans peine. Prudden a trouvé la glace recueillie sur l'Hudson tantôt riche, tantôt pauvre en bactéries, selon les points où la récolte avait été faite.

Il est possible que des accidents aient été produits par de la glace impure ou même renfermant des microorganismes spécifiques. On n'en cite pas, toutefois, à l'exception des vingt-six personnes qui, en 1875, dans un hôtel de Rye-Beach, furent gravement malades pour avoir consommé de la glace en même temps que cinq cents autres (W. B. Hills).

Mais il est clair qu'il est de la plus simple prudence d'épargner la malpropreté et surtout les chances d'infection à cette forme de l'eau avec le même soin que nous l'exigeons de l'autre. Il n'est pas absolument nécessaire de restreindre l'usage interne de la glace à celle que les ingénieurs produisent mécaniquement, même transparente, avec de l'eau de source. Mais il faut repousser pour tout usage celle qui a été récoltée dans des mares ou des fossés croupissants, dans les rivières en aval des villes, au voisinage d'un déversoir d'égout, etc. Célle des fleuves en amont des lacs, des étangs d'une certaine profondeur et de toute collection d'eau courante étrangère aux souillures humaines, est au contraire susceptible d'être empoyée sans arrière-pensée.

Bibliographie. — Pumpley (R.), Hills (W.-B.), Storer (R.) : *Le danger de la glace impure destinée aux usages de la table* (The Sanitarian of New-York, X, p. 286. Anal. in Rev. d'hyg., V, p. 1048, 1883). — Duclaux (Vincent) : *Les impuretés de la glace* (Annal. d'hyg., 3e série, XII, p. 97, 1884). — Frænkel (Carl.) : *Ueber den Bacteriengehalt des Eises* (Zeitschrift f. Hygiene, I, p. 302, 1886). — Prudden (Mitchell) : *On bacteria ice and their relations disease with special reference to the ice-supply of New-York* (Medical Record. New-York, 1887). — Varigny (H. de) : *Les bactéries de la glace* (Revue sanitaire de Bordeaux, 25 août 1887).

3° Expertise de l'eau.

Il n'appartient pas à l'hygiène de faire de réelles analyses de l'eau, c'est-à-dire d'en séparer les éléments, intégrants ou associés. Une analyse aussi profonde est, d'ailleurs, rarement utile. De plus, il existe dans les eaux des microorganismes que l'analyse, comme on l'entendait autrefois, méconnaît, et sur lesquels il importe néanmoins d'avoir des renseignements. Aussi l'expertise hygiénique a-t-elle renoncé à la précision qui est imposée à la chimie, pour s'étendre davantage et atteindre jusqu'à des objets d'un autre ordre et tout aussi intéressants que les matières minérales ou les principes organiques. Elle s'est contentée, pour le *dosage* de ces matières et de ces principes, des méthodes *titrimétriques* ou *colorimétriques* qui sont rarement rigoureuses, mais sont abordables à presque tout le monde et frappent les yeux. En revanche, elle s'est définitivement annexé l'examen bactériologique, que l'on essaye même déjà de pousser jusqu'à la déter-

mination des espèces, au moins en ce qui concerne les espèces pathogènes.

L'expertise emploie donc des moyens *physiques*, des procédés *chimiques* et des méthodes empruntées à la *bactériologie*.

I. **Expertise physique.** — Elle porte sur les qualités extérieures les plus saillantes de l'eau, et réclame plus souvent l'intervention des organes des sens que celle des instruments.

Limpidité. Coloration de l'eau. — Elles s'apprécient le plus ordinairement par comparaison. On a deux éprouvettes allongées, posées sur une feuille de papier blanc ou une soucoupe de porcelaine; l'une d'elles est remplie d'eau distillée; on verse dans l'autre une certaine quantité de l'eau en expertise. En regardant de haut en bas, alternativement, par l'orifice de chacune, on juge de la transparence et de la couleur de l'eau examinée. La surface blanche cesse d'autant plus vite d'être visible que l'eau est plus trouble. Hiller remplace cette surface par une tablette sur laquelle sont inscrits des chiffres de diverse grandeur, qui font comme une échelle de transparence. King, Kubel et Tiemann ajoutent, à de l'eau distillée, une solution titrée de caramel jusqu'à ce qu'elle ait la même opacité que l'eau d'expertise; la quantité qu'il faut ajouter de cette solution est la mesure du trouble. Bowditch a même inventé un instrument d'optique pour cette recherche, qui n'est pas sans importance, mais où l'œil nu semble, cependant, pouvoir suffire dans la plupart des cas.

Le *trouble* des eaux ne prouve pas qu'elles soient mauvaises et n'a aucun rapport avec la *dureté*. L'origine des matières suspendues est plus décisive que leur abondance. Si ce n'est que de la terre, l'eau peut rester potable; elle ne l'est plus quand il s'agit de déchets d'industrie, d'eaux d'égout, etc.

Les bonnes eaux sont transparentes et, en masse, *bleues*. Les médiocres sont *verdâtres*, les mauvaises *vert-foncé*, souvent *grisâtres* ou d'un vert terreux tirant au *brun* ou brun-jaunâtre. Leur surface *fait miroir*, soit à cause du fond de couleur sombre, soit à cause de leur manque de transparence. On se méfiera particulièrement des eaux d'un *blanc laiteux* ou d'un *bleu foncé* sans éclat (eaux industrielles).

On pouvait voir, à l'*Exposition d'hygiène urbaine* de Paris (1886), une élégante application de l'expertise *optique* de l'eau sous la forme d'une sorte d'*aquarium*, bien éclairé, à trois compartiments, dans l'un desquels arrivait l'eau de la Vanne, tandis que l'eau de Seine remplissait le second et l'eau d'Ourcq le troisième. La limpidité et la teinte bleue de la première démontrait le trouble et l'impureté des deux autres. Chamberland y avait aussi installé un cabinet noir dans lequel l'examen optique de l'eau se faisait avec l'appareil suivant : un ballon d'environ 2 litres était recouvert extérieurement, sur l'un de ses hémisphères verticaux, d'un enduit noir au centre duquel on avait ménagé un espace arrondi, non noirci, de 1 à 2 centimètres de diamètre; par cette sorte de trou clair passait un rayon lumineux venant d'un bec de gaz disposé derrière le ballon, à la hauteur de cette petite fenêtre. L'observateur placé en avant, c'est-à-dire du côté opposé à la flamme, n'apercevait le cylindre lumineux du rayon traversant l'eau qu'autant que celle-ci renfermait des impuretés en suspension. C'est un autre mode de l'expérience qui consiste à rendre visibles les poussières d'une salle en y introduisant un rayon lumineux par le trou d'un volet.

Odeur. Saveur. — La bonne eau n'a pas d'odeur, bonne ni mauvaise. Elle n'a pas davantage de saveur, et l'impression agréable qu'elle produit au palais dépend plutôt de sa fraicheur et de la satisfaction du besoin d'humectation.

On reconnait assez aisément les odeurs (toujours mauvais signe) de l'eau. Pour mieux les percevoir, Flügge et tous les chimistes conseillent de la chauffer à 40 degrés, après addition d'un peu de lessive de potasse; puis on lave à plusieurs reprises, avec cette eau, l'intérieur d'une éprouvette cylindrique très haute. Au moment où l'on vient de rejeter la dernière eau de lavage, on respire par le nez au-dessus de l'orifice de l'éprouvette. Ce procédé permet de saisir assez sûrement le fumet de l'hydrogène sulfuré et quelques autres. Du reste, la simple agitation dégage les odeurs de l'eau.

Le palais humain reconnaît les saveurs suspectes dans l'eau, mais lorsque les subtances sapides y sont en proportion notable; il distingue même celles-ci, avec quelque exercice (Pappenheim, F. de Chaumont). La plupart du temps, il faut que les sels soient aux doses de 50 centigrammes à 1 gramme par litre, sauf les sels de fer et de cuivre, qui se trahissent à la dose de 5 à 6 centigrammes.

Il va sans dire que ces épreuves doivent être faites, comme la plupart des autres d'ailleurs, immédiatement après que l'eau a été extraite de ses réservoirs naturels. Autrement, si elle n'est pas de première pureté, elle subit, surtout en récipients fermés, une altération qui ressemble infiniment à la putréfaction et à la suite de laquelle, naturellement, apparaissent des odeurs et une saveur qui n'étaient point primitives. Ritter recommandait, non sans raison, cette *épreuve d'altérabilité*, car les bonnes eaux peuvent rester en vases clos des semaines et des mois sans se modifier. On profite du repos de l'eau pour juger de la précipitation spontanée qui peut s'y accomplir.

Enfin, il est indiqué d'en vérifier la *réaction* avec le papier de tournesol (Wolffhügel, G. Pouchet).

Température. — Elle se mesure au thermomètre, de préférence dans la collection aqueuse même, ou tout au moins dans le vase d'extraction immédiatement après que l'eau a été recueillie.

L'eau de boisson doit être *fraîche*, c'est-à-dire entre 7 et 11 degrés. Au-dessous de 5 degrés, elle est *froide*, désagréable et dangereuse, par l'irritation de la muqueuse digestive et les répercussions qu'elle peut causer. Aux environs de 15 à 20 degrés, elle est tiède, affadissante et nauséeuse. A Pékin, où l'eau n'est pas irréprochable, on évite de la boire tiède en ne la consommant que sous forme de thé brûlant (Morache). La stimulation du liquide chaud remplace celle de la fraicheur et en est l'équivalent.

Nous avons dit antérieurement la *constance* de la température de l'eau de sources et la *variabilité* de celle des eaux de surface.

II. **Expertise chimique.** — Elle porte sur les matières minérales ou organiques dissoutes. Il existe une assez longue série des premières qui peu-

vent se rencontrer dans l'eau ; les secondes peuvent aussi être carbonées ou azotées. Mais l'on a reconnu qu'en pratique il suffit généralement de doser les *sels terreux* en bloc, de rechercher certains éléments qui sont plus particulièrement les témoins d'une souillure actuelle (les *chlorures*) ou antérieure (*nitrates* et *nitrites*), et de déceler la *matière organique* sans distinction de sa nature azotée ou carbonée. Ce n'est même pas cette matière que l'on met en vue, mais l'*oxygène* qu'elle consommerait pour être brûlée.

Précautions préliminaires. — Il est indispensable de recueillir l'eau à expertiser dans des récipients qui n'y ajoutent rien et, pour cela, les chimistes (Wolffhügel, Sutton, G. Pouchet) conseillent d'employer des bouteilles en verre blanc, bouchant à l'émeri ou au liège neuf, paraffiné, très propres et rincées plusieurs fois, avant qu'on les remplisse avec l'eau à examiner. On les remplit directement plutôt qu'avec l'intermédiaire d'un autre vase, qui devrait, dans tous les cas, être très propre. Pour l'eau des fleuves et des rivières, on prend l'échantillon entre le fond et la surface ; pour les sources, à l'émergence. Si l'on a des raisons de la prendre à un robinet ou à une pompe, il faut commencer par faire écouler l'eau qui remplissait déjà les tuyaux. Une bouteille de 2 litres est généralement suffisante ; deux bouteilles et même trois sont quelquefois nécessaires, surtout si les eaux ne sont pas très souillées. En puisant au fleuve ou à la source, on note la température de l'eau, la nature du sol et toutes autres particularités qui pourront être utiles, telles que le voisinage de foyers putrides, fosses d'aisances, fumier, etc. Les bouteilles soigneusement étiquetées et cachetées, sont transportées le plus rapidement possible au laboratoire, où est l'eau soumise à l'analyse, en commençant par la constatation de ses propriétés physiques.

A. Détermination des matières minérales banales. — Elle comprend la recherche du *résidu fixe* et celle du *degré hydrotimétrique.*

Résidu fixe. — La connaissance du résidu total ne donne pas de renseignements très importants et satisfait surtout des idées déjà anciennes. On continue cependant, à rechercher ce résidu et même, en le calcinant au rouge, à apprécier par différence la quantité de matières organiques qui lui étaient associées. Or, divers éléments organiques sont volatilisables au dessous de 100 degrés ; d'autres se décomposent, et leur acide carbonique, par exemple, va se fixer sur l'une des bases terreuses du résidu, augmentant le poids des matières minérales et diminuant celui des autres.

L'*Instruction du comité consultatif d'hygiène publique* décrit ainsi qu'il suit, ces procédés :

« 1° Évaporer au moins 1 litre d'eau, dans une capsule, au bain-marie chauffé de façon à entretenir une ébullition légère ; continuer à chauffer durant quatre heures après dessiccation complète, et peser le résidu au milligramme près.

Sur ce résidu, il sera utile de rechercher la présence des nitrates au moyen de l'acide sulfurique en présence du sulfate ferreux.

2° Évaporer, dans les mêmes conditions, une nouvelle quantité d'eau de 1 litre au moins ; le poids du résidu sec servira de contrôle du chiffre précédemment

obtenu. Ce résidu salin sera chauffé peu à peu jusqu'au rouge sombre, puis pesé au milligramme après refroidissement.

« La différence entre la première et la seconde pesée fera connaître le poids des matières organiques et des produits volatils.

« Ce résidu peut être utilisé pour rechercher quantitativement si la proportion des sulfates est considérable. Le résidu salin sera redissous dans l'acide chlorhydrique dilué et traité par une solution de chlorure de baryum qui fournira un précipité de sulfate de baryte, dont le poids fera connaître la quantité d'acide sulfurique.

« Le chiffre trouvé pour l'acide sulfurique sera transformé par le calcul en sulfate de chaux; une eau contenant par litre plus de $0^{gr},150$ à $0^{gr},200$ de sulfate de chaux anhydre doit être rejetée pour les usages domestiques, à moins qu'il n'y ait impossibilité, comme cela arrive dans certaines contrées, de s'en procurer de moins séléniteuses. »

Nous avons fait connaître plus haut (page 176) la limite de 500 milligrammes que le *résidu fixe*, d'après les conventions, ne doit pas dépasser et nous avons donné les raisons sur lesquelles s'appuient les hygiénistes. Au fond, ce qui importe, c'est de savoir si la minéralisation de l'eau est *primitive* ou *acquise*. Wolffhügel prend l'exemple suivant. L'eau qui sort du muschelkalk renferme, à la source, d'après Reichardt, 325 milligrammes de matières fixes, et n'en est pas moins excellente. Mais elle ne peut acquérir secondairement plus de 175 milligrammes de sels provenant de diverses décompositions organiques sans passer pour mauvaise. L'eau qui sort du granite, en revanche, avec 25 milligrammes de résidu, peut en acquérir 475 milligrammes, c'est-à-dire devenir à peu près du purin, sans paraître, à cet égard, plus mauvaise que la précédente.

Degré hydrotimétrique. — La détermination de ce degré renseigne essentiellement sur la richesse de l'eau en sels calcaires et magnésiens ; mais le chiffre qui le représente est encore influencé par l'acide carbonique, et, quant aux sels de chaux et de magnésie, on ne peut savoir la part respective de chacun qu'au moyen de calculs que l'on ne fait pas d'ordinaire. Comme d'ailleurs la présence des sels de chaux et de magnésie ne présente qu'un intérêt secondaire, l'hydrotimétrie a beaucoup perdu de son ancien prestige.

Au lieu de « *degré hydrotimétrique* », les Anglais et les Allemands disent « le *degré de dureté* », ou simplement « la dureté ». Peut-être serait-il avantageux de se servir aussi, chez nous, de cette expression, qui est fort claire pour tout le monde. A. Gautier l'a employée.

La dureté ou le degré hydrotimétrique d'une eau, en France, c'est la proportion de sels terreux qui sature $0^{gr},1$ de savon, ou équivaut à $0^{gr},0114$ de chlorure de calcium, comme il va être expliqué. En Allemagne, c'est la proportion, pour 100,000 parties d'eau, des sels terreux qui agit sur la solution de savon de la même façon que 1 partie de chaux dans 100,000 parties d'eau.

Le principe du procédé est que, d'une part, l'oléate de soude, matière essentielle du savon de soude, se décompose au contact des sels de chaux et de magnésie, en formant des oléates calcaire et magnésien peu solubles; d'autre part, que l'eau ne mousse par l'agitation qu'autant qu'elle renferme de l'oléate de

soude. Cette mousse, en effet, prouve que l'eau a acquis l'état glutineux que lui donnent les savons alcalins.

Telle est l'origine des liqueurs savonneuses titrées à l'aide desquelles on précipite entièrement tous les sels terreux de l'eau à expertiser, en notant la quantité qu'il a fallu employer de la liqueur, de composition connue, pour arriver au moment où l'eau essayée mousse par l'agitation. La méthode porte encore le nom de Clark, qui en est l'inventeur. Le terme de « méthode hydrotimétrique » correspond, en France, aux perfectionnements que Boutron et Boudet y ont apportés.

La solution savonneuse agit à la fois sur les sels de chaux et sur ceux de magnésie; sur les carbonates et sur les autres sels. Si, par ébullition, l'on a expulsé l'acide carbonique de l'eau, à la faveur duquel les carbonates étaient dissous, ceux-ci se précipitent, sauf la petite quantité de carbonates neutres que l'eau peut dissoudre; et l'eau peut ne pas moins continuer à décomposer le savon, par le fait des sulfates terreux qu'elle conserve. On appelle *dureté temporaire*, celle qui disparaît par l'ébullition; *dureté permanente*, celle qui persiste; et *dureté totale*, l'ensemble des deux précédentes.

La différence de titre des liqueurs savonneuses normales fait aussi la différence de valeur des degrés hydrotimétriques anglais, allemands, français; 4 degrés allemands valent 5 degrés anglais, et 56 degrés allemands valent 100 degrés français, d'où :

56 degrés allemands = 70 anglais = 100 degrés français.

La solution savonneuse employée en Allemagne est telle que 45 centimètres cubes saturent 12 milligrammes de chaux et indiquent 12 degrés de dureté, étant admis que 1 degré correspond à la présence de 1 milligramme de chaux dans 100 grammes d'eau.

La solution normale usitée en France est faite avec 50 grammes de savon blanc de Marseille, dissous dans 800 grammes d'alcool à 90 degrés, auxquels on ajoute 500 grammes d'eau distillée après filtrage. Pour titrer cette liqueur (A. Gautier), on se sert d'une dissolution contenant par litre 0gr,25 de chlorure de calcium fondu, pur. On introduit 40 centimètres cubes de cette solution dans un flacon gradué de 10 en 10 centimètres cubes, et on y verse la dissolution savonneuse à l'aide d'une burette dite *hydrotimétrique* (fig. 15). Celle-ci est divisée en centimètres cubes. Habituellement, on ne marque le zéro qu'à sa deuxième division, attendu qu'il faudra, pour obtenir la mousse indicatrice, ajouter à l'eau expertisée un peu plus de la solution savonneuse qu'il ne serait nécessaire pour saturer les sels terreux. On ajoute goutte à goutte dans le flacon gradué la liqueur savonneuse à la solution chloro-calcaire, en agitant à chaque fois jusqu'à ce que la mousse reste au moins cinq minutes sans disparaître. Si l'on a bien opéré, il faudra avoir fait descendre le niveau de la liqueur dans la burette de 23 divisions, c'est-à-dire, en diminuant d'une division pour la portion qui produit la mousse, que la burette marquera 22° hydrotimétriques. Si le nombre de degrés nécessaires est inférieur, on ajoute de l'eau à la liqueur savonneuse à raison de 1/23 de son volume pour chaque division qui n'aura pas été employée.

La liqueur savonneuse étant préparée, on prend 40 centimètres cubes de l'eau à expertiser et l'on agit sur elle comme il vient d'être dit pour la solution chloro-calcaire. La dépense de solution savonneuse exigée par cette eau pour avoir une mousse persistante représente son degré hydrotimétrique. Si l'eau analysée est très chargée de sels terreux, il se produit des grumeaux et non un trouble opalin.

On l'étend alors de 2, 3, 4 fois son volume d'eau distillée ; mais on multiplie aussi par 2, 3, 4, le degré hydrotimétrique obtenu.

Lorsqu'on veut distinguer les trois sortes de duretés (temporaire, permanente, totale), on prend d'abord le degré hydrotimétrique *total;* puis l'on fait bouillir l'eau pour précipiter le carbonate calcaire, on y ajoute l'eau distillée nécessaire pour compenser la perte qui est résultée de l'évaporation et, en renouvelant l'essai

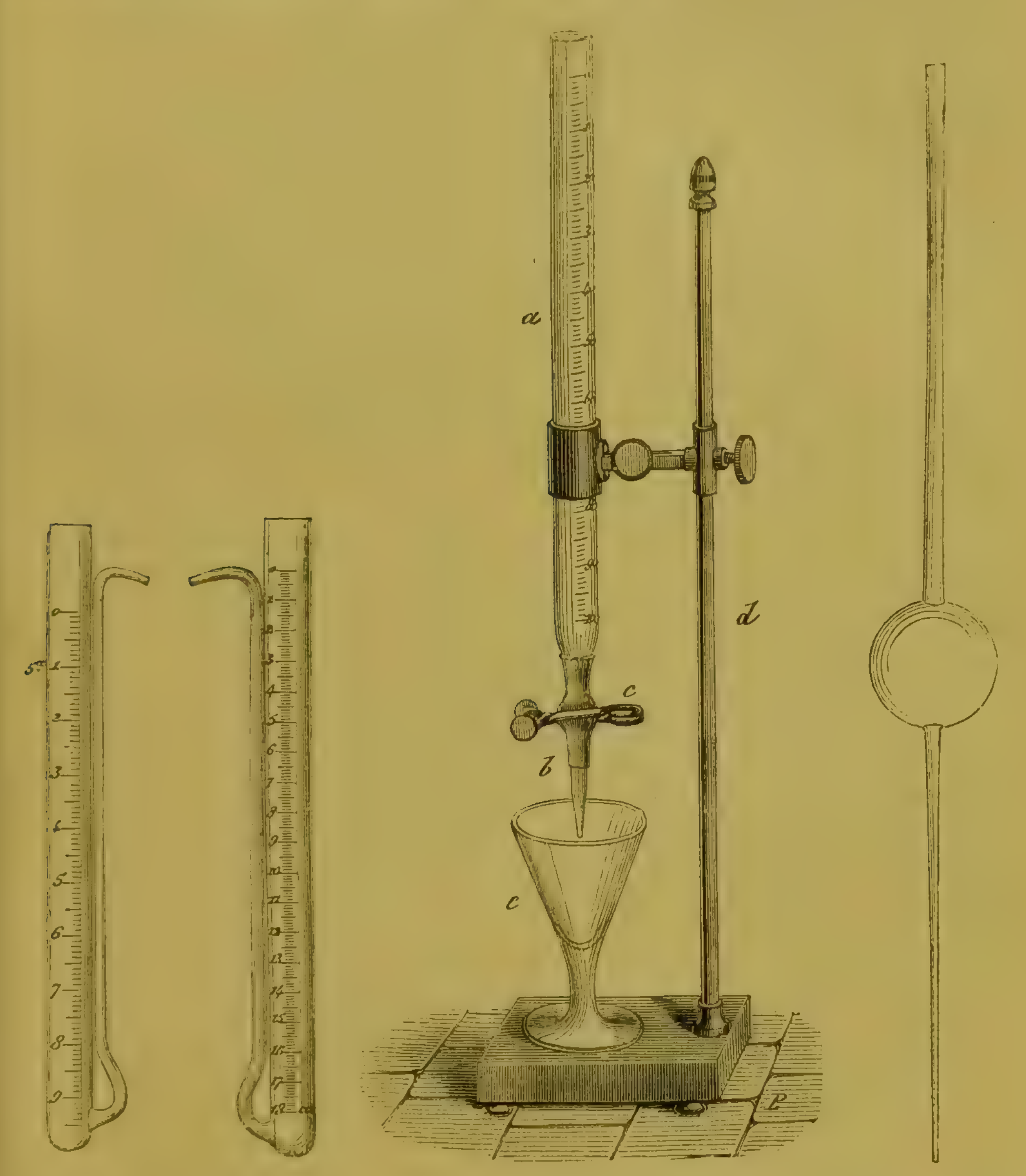


Fig. 15. — *Burette hydrotimétrique.* Fig. 16. — *Burette de Mohr.* Fig. 17. — *Pipette.*

hydrotimétrique sur cette eau refroidie, on obtient le degré hydrotimétrique *permanent.* Il faut, toutefois, diminuer de 3 degrés le chiffre obtenu, pour représenter la petite quantité de carbonate de chaux qui reste dans l'eau bouillie. Il est ensuite aisé de calculer par différence la dureté *temporaire.*

Le commerce vend des liqueurs hydrotimétriques toutes préparées. Au lieu de la burette hydrotimétrique ordinaire (ou de Gay-Lussac), Ritter se sert de la burette de Mohr (fig. 16), de laquelle on peut laisser tomber la solution savon-

neuse goutte à goutte, sans redresser l'instrument à chaque fois. Enfin, on peut, au lieu du flacon gradué, prendre un flacon quelconque, en verre blanc, à large goulot, pourvu que l'on mesure très exactement les 40 centimètres cubes que l'on y introduit, en se servant pour cela d'une pipette jaugée (*fig.* 17).

Il est convenu que le degré hydrotimétrique (français) doit être aux environs de 21°. Tant que l'on se borne à cette appréciation *a minima*, la méthode peut être conservée. Mais ce n'est pas un moyen de dosage. Il est à remarquer, en effet, que le carbonate de magnésie, en raison de l'aptitude de cette base à former des carbonates, ne se précipite pas aussi aisément que le carbonate de chaux. En outre, le chlorure de magnésium, sous l'influence de la chaleur (quand on a cherché la *dureté temporaire*), passe facilement à une combinaison basique dont une partie se sépare, mais dont l'autre reste en dissolution à la faveur de la présence d'autres sels. Enfin, la présence des chlorures, des matières organiques, de l'oxyde de fer, etc., altère et fausse les résultats. Au fond, la chaux et la magnésie sont gênantes dans l'eau pour les opérations culinaires ou industrielles, mais ne menacent pas la santé. Ce qui diminue le mérite de l'hydrotimétrie.

Les eaux *dures* incrustent les parois des chaudières des machines à vapeur, entraînent à une dépense exagérée de combustible et préparent les explosions. Par la formation des savons calcaires insolubles, elle sont ruineuses dans les usines à fouler, le dégraissage des laines, les fabriques de drap. Les particules de ces savons, qui restent dans la laine lavée, nuisent au tissage et à la teinturerie. L'eau calcaire par elle-même altère la nuance de certaines couleurs, mais est favorable à diverses couleurs rouges (pourpre, garance, alizarine artificielle).

Ces mêmes eaux, précipitant leurs carbonates, par l'abandon de l'acide carbonique des bicarbonates, obstruent le calibre des conduites, les roues de moulins, les robinets d'écoulement. L'eau douce est favorable à la germination de l'orge ; mais il paraît que l'eau renfermant du sulfate de chaux (*séléniteuse*) retient plus de substances albuminoïdes dans le grain et assure la qualité de la bière.

L'eau qui renferme du fer (voy. plus bas) est impropre au blanchissage, à la teinturerie, à la papeterie, à cause des taches de rouille. Les nitrates font obstacle à la cristallisation du sucre dans les raffineries. Les chlorures, particulièrement ceux de calcium et de magnésium, nuisent à la fermentation (brasserie, distillerie). Wolffhügel conseille avec raison de les éviter dans l'eau qui sert à la préparation du mortier, parce qu'ils entretiennent l'humidité des murs, les taches, les moisissures, les algues. Les sulfate et carbonate de soude produisent, d'ailleurs, le même effet. Avec des substances albuminoïdes ou dissoutes de l'humus, l'eau incorpore dans le mortier des éléments de nitrification (Salpêtrage des murs).

B. Recherche des métaux et composés métalliques. — Le *fer* existe dans l'eau à l'état d'oxyde ou d'oxydule. On décèle celui-ci par le ferricyanure de potassium en solution, dont on ajoute quelques gouttes à 20 centimètres cubes d'eau, acidulée par l'acide chlorhydrique ; il se forme un précipité bleu (*bleu de Turnbull*, $Cy^6Fe^2Fe^3$). Le cyanoferrure de potassium précipite l'oxyde de fer d'une eau, acidulée comme la précédente, à l'état de *bleu de Prusse;* le sulfocyanure de potassium donne un précipité rouge de sang, de ferri-sulfocyanure.

Le *plomb*, le *cuivre* sont précipités par l'hydrogène sulfuré. On reprend le précipité par l'acide azotique étendu (1 sur 2) et l'on sépare le plomb au moyen de l'acide sulfurique ou du bichromate de potasse (précipité jaune de chromate de plomb, soluble dans la potasse ; difficilement soluble dans l'acide azotique. Le cuivre se reconnaît par la lame de fer décapée ; par l'action de l'ammoniaque, qui donne la coloration bleue des composés cuivriques ammoniacaux; par le ferrocyanure de potassium jaune, qui détermine un précipité couleur chocolat de ferrocyanure de cuivre.

Le *zinc* reste dans l'eau dont l'hydrogène sulfuré a précipité les métaux précédents ; mais ses sels pouvant être précipités eux-mêmes par HS dans les solutions alcalines, on ajoute à l'eau qui a passé à la filtration un excès de lessive de soude, on filtre de nouveau et l'on traite par l'hydrogène sulfuré. Il se forme un précipité blanc de sulfure de zinc, insoluble dans l'acide acétique.

C. Dosage des matières minérales provenant du sol des lieux habités. — Nous rangeons dans cette catégorie les *chlorures* et les *sels alcalins;* les *sulfates* peuvent y être ajoutés, en raison de la contribution que fournissent à l'eau, sous ce rapport, les déchets organiques des groupes humains. Il serait rationnel d'y rattacher les *nitrates* et *nitrites*, que nous mettrons dans une autre classe comme produits d'oxydation.

Chlorures. — Il s'agit essentiellement du *chlorure de sodium*. On le démontre *qualitativement* par l'addition de quelques gouttes de solution de nitrate d'argent à de l'eau d'expertise, acidifiée par l'acide azotique pur. Il se forme un précipité blanc de chlorure d'argent, caillebotté quand il y a beaucoup de chlorure dans l'eau, soluble dans l'ammoniaque. Au point de vue *quantitatif*, on peut faire une réelle analyse en pesant ce précipité et calculant le chlore du sel d'argent. Mais les hygiénistes (Flügge, Ritter, G. Pouchet, etc.) se sont arrêtés de préférence aux méthodes titrimétriques de Volhard et surtout de Mohr. Cette dernière est la plus simple. Nous l'avons décrite d'après C. Flügge, dans notre article Eau, du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*.

« La méthode de Mohr est fondée sur ce principe que, tandis que les chlorures sont précipités complètement, à l'état de précipité blanc, insoluble, par la solution argentique, les chromates le sont, par la même solution, dans une liqueur neutre, à l'état de précipité rouge-brun de chromate d'argent, soluble dans les acides. Si des chlorures et des chromates sont en présence, les premiers sont d'abord précipités ; les seconds ne le sont que quand il n'y a plus traces de chlore dans la liqueur. Il suffit donc d'avoir une solution titrée de nitrate d'argent, que l'on fera couler dans une eau additionnée d'un chromate, pour qu'en arrêtant l'addition du réactif au moment où la coloration rouge brun du chromate d'argent apparaît on puisse calculer, par la quantité de nitrate employée, la quantité de chlorure de l'eau, transformée en chlorure d'argent.

« On a : une solution de 17 grammes de nitrate d'argent cristallisé, sec, pour 1 litre (1 centimètre cube répond à $3^{mgr},55$ de chlore ou à $5^{mgr},85$ de chlorure de sodium), puis une solution saturée de chromate de potasse jaune, pur, neutre, faite à froid. Dans un verre à pied, on verse 100 centimètres cubes de l'eau à

essayer, additionnée de 2 à 3 gouttes de la solution de chromate: on y fait couler la solution argentique avec une burette, en agitant fréquemment. Bientôt les gouttes qui tombent de la burette se colorent en rouge en arrivant dans la liqueur, mais la coloration disparaît par l'agitation. Lorsqu'elle persiste et qu'elle est non pas seulement jaune, mais jaune rouge, on lit sur la burette le chiffre de centimètres cubes de nitrate d'argent employés (qu'il faut diminuer de 0,1 à 0,3); ce chiffre, multiplié par 3,55, donne les milligrammes de chlore ; multiplié par 5,85, les milligrammes de chlorure de sodium, qui se trouvent dans les 100 centimètres cubes de l'eau d'essai. Il est utile d'avoir une solution de sel marin dont 1 centimètre cube renferme exactement 1 milligramme de chlorure de sodium ; pour le cas où l'on croirait avoir versé trop de nitrate d'argent, on ajouterait de la solution salée une quantité convenable pour obtenir à nouveau le point voulu de coloration et qui permettrait aisément de défalquer le nitrate d'argent en excès du nitrate total employé.

« En suivant le procédé de Volhard, on commence par traiter l'eau par la liqueur de nitrate d'argent titrée, mais en excès ; on détermine ensuite cet excès à l'aide d'une solution de sulfocyanure de potassium.

« Le professeur E. Sell, à la suite de recherches exécutées dans le laboratoire de l'*Office sanitaire impérial*, à Berlin, a constaté que le procédé de Mohr est sujet à des erreurs en plus, et celui de Volhard à des erreurs en moins ; toutefois, les erreurs du premier sont de peu d'importance, quand les proportions de chlore sont au-dessus de 35 milligrammes par litre. »

Bases alcalines. — Il est très difficile d'isoler les bases des sels alcalins, qui sont extrêmement solubles. On sépare d'abord de l'eau les sels terreux; on pèse en masse les sels alcalins et l'on dose la potasse par le chlorure de platine : on admet que la soude peut se calculer par différence.

Sulfate et acide sulfurique. — Nous avons vu plus haut comment on peut obtenir par précipitation l'acide sulfurique de l'eau au moyen du chlorure de baryum associé à l'acide chlorhydrique, sans lequel il se précipiterait aussi du phosphate et du carbonate de baryte. Il semblerait facile de laver ce précipité de sulfate de baryte après filtration, de le dessécher et de le peser. Le poids obtenu, multiplié par 0,343 donnerait celui de SO^3. Mais l'on ne sait pas à quel moment il a été ajouté assez de chlorure de baryum et le précipité, qui est en grains impalpables, se réunit très difficilement. Les chimistes, Mohr, Clemm, Wildenstein, Müller, utilisent pour cette recherche ce principe, que le chlorure de baryum, en présence du chromate de potasse, forme un précipité insoluble de chromate de baryte.

Parmi les procédés qui appliquent ce principe, C. Flügge propose le suivant : « On verse dans un ballon 100 centimètres cubes de l'eau à expertiser, bouillie, puis ramenée par l'addition d'eau distillée à son volume primitif. Ce ballon porte une marque à la capacité de 150 centimètres cubes ; on porte à l'ébullition, après avoir ajouté 10 à 20 centimètres cubes de la solution titrée (1/2 à 1 p. 100 de chlorure de baryum). Au bout de quelques minutes d'ébullition, on laisse couler dans la liqueur assez de solution de chromate de potasse pour qu'il apparaisse, après repos, une coloration jaune, faible, mais incontestable. On laisse refroidir, on verse de l'eau distillée jusqu'à la marque 150 centimètres cubes, on agite et l'on filtre sur

un filtre sec. Du liquide passé à la filtration, 100 centimètres cubes sont portés dans un cylindre de verre étroit, de 20 centimètres de hauteur; dans un autre cylindre semblable, 100 centimètres cubes d'eau distillée sont additionnés de chromate de potasse jusqu'à ce qu'une coloration identique apparaisse. On opère alors comme pour le dosage colorimétrique de l'ammoniaque. La quantité de solution de chromate que l'on trouve avoir été ajoutée en plus doit être multipliée par 3/2 pour tenir compte de la dilution préalablement réalisée; on la retranche du total de ce réactif employé; la différence entre le reste de la solution de chromate et la solution de chlorure de baryum employée est multipliée par 4 pour obtenir en milligrammes pour 100 centimètres cubes d'eau, la quantité d'acide sulfurique qui correspond à cette dernière. La solution décime normale de chlorure de baryum renferme 12^{gr},2 de chlorure de baryum sec pour 1 litre; 1 centimètre cube de cette solution correspond à 4 milligrammes de SO^3. La solution décime normale de chromate de potasse, contient, pour 1 litre, 7^{gr},565 de chromate de potasse pur, et autant d'ammoniaque pure qu'il est nécessaire pour ramener la couleur rouge de la solution à une coloration jaune franche : c'est donc un chromate neutre ammoniopotassique. »

D. Dosage des substances qui passent pour des signes de fermentation dans l'eau. — Il s'agit de l'*ammoniaque*, des *nitrites* et *nitrates*, de l'*acide carbonique* et de l'*oxygène* (celui-ci au point de vue de sa raréfaction).

Ammoniaque. — Cet élément étant en très faible quantité dans les eaux, on a dû recourir à un réactif très sensible. On possède aujourd'hui une préparation qui ne laisse rien à désirer sous ce rapport: le *réactif de Nessler*.

Le réactif de Nessler est un iodure mercuro-potassique. Pour le préparer, dissoudre 50 grammes d'iodure de potassium dans 50 centimètres cubes d'eau distillée; ajouter une solution concentrée chaude de bichlorure de mercure jusqu'à ce que le précipité rouge d'iodure de mercure, qui se redissout d'abord au fur et à mesure en présence d'un excès d'iodure de potassium, finisse par persister, ce qui arrive quand on a dépensé 20 à 25 grammes de sublimé. On filtre; on ajoute une solution de 150 grammes d'hydrate de potasse dans 300 grammes d'eau; puis assez d'eau distillée pour faire 1 litre; enfin, encore 50 centimètres cubes de solution de sublimé. On décante après repos. La liqueur obtenue donne, en présence de la plus faible trace d'ammoniaque, un précipité rouge, un peu plus clair ou un peu plus brun, d'iodure mercuro-ammoniacal. S'il y a peu d'ammoniaque, il est simplement jaune.

Le réactif de Nessler peut servir à une expertise *qualitative*. On en ajoute 1 centimètre cube à 100 centimètres cubes de l'eau examinée, après avoir précipité les sels terreux de celle-ci par la soude et le carbonate de soude; cette eau étant placée dans un vase cylindrique long, reposant sur du papier blanc, on regarde de haut en bas, à la surface du liquide, pour juger de la coloration. Il reviendrait au même de distiller 200 centimètres cubes de 300 centimètres cubes de l'eau expertisée et d'agir sur ces deux premiers tiers passés à la distillation; toute l'ammoniaque s'y trouve.

Pour l'analyse *quantitative*, il existe plusieurs procédés. Celui qui porte le nom de Frankland et Armstrong consiste à comparer un cylindre renfermant 100 centimètres cubes de l'eau en expertise, additionnée de 1 centimètre cube du réactif

Nessler, avec une série de quatre cylindres identiques, munis chacun de 100 centimètres cubes d'eau distillée et additionnée de doses variant de $0^{cc},2$ à 2 centimètres cubes d'une solution ammoniacale de composition connue (d'ordinaire $0^{mgr},05$ par centimètre cube). Tous les cylindres étant rangés sur une surface blanche, celui des quatre derniers auquel ressemble la coloration de l'eau expertisée indique la richesse ammoniacale de celle-ci.

Un autre procédé porte le nom de Fleck. Ritter s'en est servi en le modifiant légèrement. Il le décrit de la façon suivante :

« Ajouter à un volume déterminé d'eau (dans un flacon bien bouché) du réactif de Nessler jusqu'à ce qu'il se forme un précipité brun ; ce précipité se tasse facilement ; l'addition du sulfate de magnésie, recommandée par Fleck, m'a paru inutile. Le précipité, séparé par décantation, est lavé à l'abri de l'air avec de l'eau distillée, dissous ensuite dans une solution d'*hyposulfite de sodium* (au 1/8), qui dissout le sel mercuriel. Ce dernier métal est dosé volumétriquement à l'aide d'une solution tirée d'un *sulfure alcalin ;* on se sert comme réactif indicateur d'un papier à filtre sur lequel on applique une goutte de liquide ; ce papier repose sur un papier plombique qui noircit dès que l'on a employé un excès de liqueur titrée. »

Il est au moins aussi exact de doser l'ammoniaque par une liqueur alcalimétrique. On acidule un demi-litre ou 1 litre d'eau avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique pour fixer l'ammoniaque ; on évapore à siccité pour se débarrasser de l'acide en excès, et l'on distille le résidu avec une lessive alcaline alcoolique. L'ammoniaque passe à la distillation. Il suffit de recevoir le produit de la distillation dans 20 centimètres cubes d'une solution acide normale (au 10e) ; une partie de l'acide est neutralisée par l'ammoniaque distillée, celle qui n'est pas neutralisée est dosée avec une solution alcaline normale (au 10e) ; il est facile de connaître la première par différence. C'est à peu près le procédé employé à Montsouris ; l'ammoniaque y est reçue dans une dilution titrée d'acide sulfurique, coloré par quelques gouttes de teinture de cochenille ; lorsqu'il s'agit de mesurer par la liqueur alcaline titrée l'acide non neutralisé, la couleur jaune de la cochenille avec l'acide passe au rouge-violet dès qu'on a versé suffisamment de la solution alcaline pour parfaire la neutralisation.

Acide nitreux. Nitrites. — Le procédé de Trommsdorff, dont il va être question pour les azotates, peut servir au dosage des azotites ; il suffit d'avoir une échelle de teintes, fournie par des liqueurs renfermant un poids connu d'azotite ; on comparera à ces teintes la coloration donnée par l'eau en examen, après qu'elle aura été traitée par la solution normale (iodure de zinc, amidon, chlorure de zinc).

On emploie de préférence le procédé de Gries, Tiemann et Preusse, par le *métadiamidobenzol* ou *métaphénylènediamine*.

Il faut, pour l'application de ce procédé :

1° Une solution de 5 grammes de métadiamidobenzol dans 1 litre d'eau. On y ajoute un peu d'acide sulfurique étendu pour en assurer la conservation ;

2° De l'acide sulfurique étendu (1 vol. d'acide pur et concentré, dans 2 vol. d'eau distillée) ;

3° Une solution de nitrate alcalin renfermant 0,01 de milligramme d'acide nitreux (Az^2O^3) par centimètre cube. On l'obtient en dissolvant dans l'eau chaude $0^{gr},406$ de nitrite d'argent pur, sec ; puis, en ajoutant du chlorure de potassium ou de sodium jusqu'à ce qu'il ne se précipite plus de chlorure d'argent ; enfin, en

étendant la liqueur après refroidissement de manière à porter son volume à 1 litre. Lorsque le chlorure d'argent s'est entièrement déposé, on prend 100 centimètres cubes de la liqueur limpide, que l'on étend encore une fois jusqu'au volume d'un litre ;

4° Des cylindres étroits de verre blanc, tels qu'en y versant 100 centimètres cubes d'eau, le niveau de celle-ci s'élève à une hauteur de 16 à 18 centimètres; à ce point, l'on fait un trait ;

5° Des burettes et des pipettes.

Pour l'exécution, l'on verse 100 centimètres cubes de l'eau à essayer dans l'un des cylindres de verre et l'on y ajoute 1 centimètre cube d'acide sulfurique dilué et 1 centimètre cube de la solution de métadiamidobenzol. Si, par l'agitation avec une baguette de verre, il se produit immédiatement une couleur rouge, c'est que l'eau est très riche en nitrites, et il faut recommencer l'épreuve en n'en prenant que 50 ou même 25 centimètres cubes. Dans trois des autres cylindres, on verse $0^{cc},3$, $1^{cc},4$ et $2^{cc},5$, de la solution renfermant le nitrite alcalin ; on remplit avec de l'eau distillée jusqu'à la marque fixe, puis on ajoute à chaque cylindre 1 centimètre cube d'acide sulfurique étendu et 1 centimètre cube de métadiamidobenzol. On compare la coloration qui s'est produite dans le premier cylindre avec celle des autres, servant d'échelle. Si les trois cylindres étalons ne suffisent pas, on en cherche d'intermédiaires. La coloration définitive ne se produit qu'en 20 ou 25 minutes.

Elle est due à la transformation de la métaphénylènediamine dans l'eau qui contient de l'acide nitreux, acidulée par l'acide sulfurique, en triamidoazobenzol, qui communique à l'eau une couleur jaune ou jaune-rouge.

Acide nitrique. Nitrates. — Les procédés de dosage sont extrêmement nombreux. Les uns appartiennent à la grande technique chimique et comportent la *réduction* de l'acide azotique par un corps réducteur, pour doser ensuite, soit la quantité du corps oxydé par l'acide, soit ce qui en a échappé à l'oxydation, soit enfin les produits de la réduction, acide nitreux, azote, oxyde d'azote, ammoniaque ; d'autres, plus à la portée de l'hygiène pratique, reposent sur les changements de coloration que l'acide azotique produit sur la *brucine*, l'acide *pyrogallique*, l'*indigo*, le *sulfate d'aniline*, la *diphénylamine*, l'acide *phénylsulfurique*.

Wolffhügel décrit les trois réactions suivantes, qui ne sont que des expertises *qualitatives* :

Avec la *brucine*, déposer sur une soucoupe blanche, au moyen d'une baguette de verre, quelques gouttes de l'eau à essayer et 2 gouttes d'une solution de brucine (1 sur 800); faire arriver, goutte à goutte, sur le mélange, de l'acide sulfurique concentré. Si la proportion d'acide azotique dans l'eau est élevée, il se produit une coloration rose clair à la première goutte. Si elle ne se produit pas à la cinquième goutte, c'est qu'il y a moins de 20 à 30 milligrammes d'acide azotique par litre. On peut alors faire évaporer 1 centimètre cube de l'eau d'essai et traiter directement le résidu par la brucine et l'acide sulfurique. Comme cette réaction se produit aussi par l'acide azoteux, il faut s'être assuré, au préalable, par le métadiamidobenzol, que l'eau expertisée ne renferme pas de nitrites.

Avec l'*iodure de zinc amidonné*. On ajoute, dans un cylindre de verre, à 30 centimètres cubes d'eau acidifiée par l'acide sulfurique concentré, un fragment de zinc pur et une dissolution d'iodure de zinc amidonné. L'hydrogène qui se dégage ra-

mène l'acide azotique à l'état d'acide azoteux. Celui-ci met de l'iode en liberté et, par suite, provoque la coloration bleue de l'iodure d'amidon. Si l'on a, préalablement, fait la même opération sans l'intervention du zinc métallique, la présence des nitrites se révèle, dans le cas où il y en aurait ; c'est là le procédé de Trommsdorff pour la recherche des nitrites, dont il était question tout à l'heure.

La *diaphénylamine* pure, en présence d'un excès d'acide sulfurique concentré, trahit par une coloration bleue la plus faible proportion d'acide azotique dans l'eau. On n'emploie qu'une goutte de celle-ci, après s'être assuré qu'elle ne contient pas de fer.

Au point de vue de l'analyse *quantitative*, nous avons décrit, comme il suit, dans notre article Eau du *Dictionnaire encyclopédique*, et d'après Wolffhügel, les méthodes dites de Marx-Trommsdorff et de Schulze-Tiemann, généralement adoptées ; la dernière, selon L. Spiegel, donne les résultats les plus exacts.

« 1. Par la méthode de Marx-Trommsdorff, le bleu d'indigo est oxydé et par suite décoloré dans une eau renfermant des nitrates, qu'on porte rapidement à la température de 120 degrés, après addition d'acide sulfurique concentré. Si l'on a préalablement une solution d'indigo dont on connaît l'action sur une dissolution de nitrate d'une proportion déterminée, on pourra calculer la richesse d'une eau en nitrates d'après la quantité d'indigo qu'il faudra ajouter à un volume déterminé de cette eau, pour arriver au point où elle ne fait plus disparaître la couleur bleue. Toutefois, comme l'oxydation de l'indigo n'est pas une décoloration immédiate, mais un passage au jaune brunâtre, qu'une faible quantité de nitrates peut déjà produire, il est bon d'agir parfois sur une eau étendue d'eau distillée. La présence des chlorures favorise la réaction ; aussi, ajoute-t-on, au besoin, du chlorure de sodium. Au contraire, les matières facilement oxydables en présence de l'acide sulfurique concentré réduisent aussi les nitrates et faussent les résultats en diminuant la quantité de solution d'indigo employée : il est bon, en conséquence, lorsqu'il y a lieu, de commencer par oxyder les matières organiques à l'aide du caméléon.

Pour préparer la solution d'indigo, on mêle peu à peu 1 partie d'indigotine pure à 6 parties d'acide sulfurique fumant, en évitant que la température s'élève d'une façon excessive ; après repos, on verse la liqueur dans 40 fois son volume d'eau distillée ; on filtre et on étend la solution jusqu'à ce qu'elle devienne transparente avec une épaisseur de 12 à 15 millimètres. On la titre ensuite à l'aide d'une dissolution de nitrate de potasse (1gr,871 de sel pour 1 litre d'eau ; 1 centimètre cube renferme un milligramme de AzO^5). On mêle 1 centimètre cube de celle-ci, dans un matras, à 25 centimètres cubes d'eau distillée et à 1 centimètre cube d'une dissolution de sel marin à 1 pour 100 ; on ajoute rapidement 50 centimètres cubes d'acide sulfurique concentré pur. Le mélange s'échauffe assez pour qu'il soit superflu de le porter sur le feu. On fait ensuite, en agitant le ballon, couler la solution d'indigo avec une burette, sans arrêt inutile, jusqu'à ce que le mélange prenne une coloration bleu-verdâtre. On recommence aussitôt l'expérience, mais cette fois en faisant arriver, d'un seul jet dans la liqueur une quantité de solution d'indigo égale à celle qui vient d'être employée. Le plus souvent, par le simple fait d'une manipulation plus rapide, cette quantité ne suffit pas à donner la teinte bleu-verdâtre, et il est nécessaire d'ajouter encore un peu de la solution. De ce dernier résultat on calcule la richesse de la solution d'indigo ; on l'étend, s'il est nécessaire ; 6 à 8 centimètres cubes de cette solution doivent répondre à 1 milligramme d'acide azotique. Il est bon de répéter les essais en augmentant la proportion de nitrate de potasse ; 2 centimètres cubes de

solution nitrée avec 22 centimètres cubes d'eau ; 3 centimètres cubes avec 21 d'eau, etc., de façon à nécessiter des quantités doubles, triples, d'indigo.

Une fois obtenue la solution titrée d'indigo, on opère avec l'eau à essayer (25 centimètres cubes) et l'acide sulfurique (50 centimètres cubes), comme on le faisait tout à l'heure avec l'eau artificiellement nitrée. Il faut avoir soin d'agir dans les mêmes conditions de température, de rapidité, de réactifs, que précédemment ; il convient aussi de faire plusieurs essais dans la même séance.

Exemple. Le titre de la solution d'indigo est tel que 6 centimètres cubes de la liqueur correspondent à 1 milligramme AzO^5.

On a consommé, pour 25 centimètres cubes d'eau, 14^{cc},1 de solution d'indigo; on consommerait pour 1000 centimètres cubes 564 centimètres cubes. D'où $\frac{564}{6} = \frac{x}{1}$. Et $x = 94$ milligrammes AzO^5 par litre.

La méthode comporte des erreurs variant entre 5 et 15 p. 100 des nitrates réellement contenus dans l'eau.

2. Le procédé Schulze-Tiemann a pour but de doser l'acide azotique dans l'eau qui en renferme assez peu pour que les erreurs dont le précédent est susceptible prennent des proportions relativement considérables. En d'autres termes, il s'applique aux eaux peu riches en nitrates. Aussi faut-il, avant d'y recourir, constater d'abord par la méthode de Marx-Trommsdorff que 25 centimètres cubes de l'eau en expertise renferment moins de 1^{mgr},5 d'acide azotique. D'ailleurs le procédé de Schulze, modifié par Tiemann, repose sur ce principe, que l'acide azotique, sous l'influence du chlorure de fer et de l'acide chlorhydrique, se transforme en oxyde d'azote. On fait passer ce gaz à travers une lessive de soude, on le recueille dans un tube à mesurer les gaz, long et étroit, et l'on en lit le volume selon les règles ordinaires ; 1 centimètre cube de AzO, ramené à 0 degré et sous 760 millimètres de pression, correspond à 2^{mgr},418 de AzO^5. L'outillage et les opérations que nécessite ce procédé dépassent un peu les ressources ordinaires des hygiénistes ; aussi nous bornons-nous à en indiquer la substance, plutôt pour le faire connaître aux lecteurs que pour leur donner un moyen qu'ils puissent utiliser eux-mêmes, sans l'assistance d'un chimiste de profession.

La méthode par laquelle Albert Lévy, à Montsouris, dose d'un seul coup l'azote des nitrites et des nitrates, *azote nitrique*, suppose également un laboratoire : on fait évaporer 200 centimèbres cubes d'eau préalablement rendue alcaline ; on brûle les matières organiques du résidu par le permanganate de potasse, on reprend par l'eau distillée et l'on distille de nouveau ; l'eau acide provenant de la distillation est filtrée, puis traitée par le sulfate ammoniacal de fer et 10 centimètres cubes d'un mélange de 4 parties d'acide chlorhydrique pur, 2 parties d'acide sulfurique et 4 parties d'eau distillée. On chauffe à l'ébullition dans un courant d'acide carbonique. L'acide azotique est décomposé par l'acide chlorhydrique ; du bioxyde d'azote se dégage ; l'oxygène enlevé à l'acide azotique se porte sur le sel de protoxyde de fer et le transforme partiellement en sel de sesquioxyde. On dose le sulfate de protoxyde restant par le permanganate. Connaissant à l'avance le titre du sulfate de fer employé, on déduit par différence le poids d'oxygène enlevé à l'acide nitrique et, par suite, le poids de ce dernier (54 d'acide azotique fournissent 24 d'oxygène). »

Acide carbonique. — L'acide carbonique existe dans l'eau sous trois formes : à l'état libre ; en combinaison avec les bases alcalines ou alcalino-terreuses; enfin à l'état de bicarbonates, qui renferment des poids égaux

d'acide fixe et d'acide facilement séparable. D'où la nécessité d'opérations multiples pour son dosage.

a. Pour connaître l'*acide total*, on précipite par la chaux ou la baryte caustique. Ce précipité, séparé par filtration, est traité par l'acide chlorhydrique, au moyen d'un appareil permettant d'absorber l'acide carbonique qui se dégage dans un récipient pesé avant et après.

b. L'*acide fixe* se détermine en titrant l'eau d'essai avec un acide « normal », que l'on ajoute goutte à goutte jusqu'à ce que la coloration rouge du papier de tournesol indique que l'on vient de verser une goutte (d'acide sulfurique) de trop. — Si l'eau renfermait de l'acide carbonique libre, elle contenait aussi des bicarbonates; pour connaître l'acide carbonique de ceux-ci, il n'y a qu'à doubler la quantité de l'acide fixe.

Le procédé qui consiste à retrancher la dureté *temporaire* de la dureté *totale*, pour obtenir la proportion d'acide carbonique fixe, est infidèle.

c. L'*acide libre* n'est évidemment que la différence entre CO^2 total et deux fois l'acide fixe. On peut l'évaluer directement par l'acide *rosolique* qui, en présence de CO^2 libre, ne subit pas de changements, tandis que les carbonates doubles ont la réaction alcaline et rougissent cet acide. Il suffit d'ajouter à 100 centimètres cubes d'eau de l'acide rosolique, puis de verser lentement l'eau de baryte titrée; dès que la coloration rouge apparaît, c'est qu'il n'y a plus de CO^2 libre. On en calcule la quantité par celle de l'eau de baryte qu'il a fallu employer.

La *méthode de Pettenkofer* permet de doser à la fois CO^2 libre et la portion séparable des bicarbonates. Elle consiste à convertir CO^2 libre ou séparable de l'eau expertisée en carbonate de baryte, au moyen d'une solution de baryte titrée par l'acide oxalique. La solution d'acide oxalique est telle que 1 centimètre cube de cette solution neutralise exactement autant d'eau de baryte que 1 milligramme de CO^2. Il faut, au préalable, ajouter à l'eau d'expertise du chlorure de baryum pour transformer les carbonates alcalins en chlorures alcalins et en carbonate de baryte, et du chlorhydrate d'ammoniaque pour empêcher la décomposition des combinaisons magnésiennes. L'acide rosolique sert encore ici d'*indicateur* coloré du moment où il n'y a plus d'acide carbonique libre dans l'eau en expertise. Voici d'ailleurs comme on procède.

Les réactifs sont: une solution de $2^{gr},8636$ d'acide oxalique cristallisé, sec, dans 1 litre d'eau distillée; — une solution de baryte dont 45 centimètres cubes neutralisent 40 à 50 centimètres cubes de celle d'acide oxalique; — une solution d'acide rosolique, à raison de 1 partie pour 500 d'alcool à 80 degrés, comme *indicateur;* — une solution de 30 centimètres cubes de solution neutre et saturée de chlorure de baryum et de 20 centimètres cubes de solution concentrée de chlorhydrate d'amoniaque pour 1 litre.

Dans un flacon d'un quart de litre, fermant avec un bouchon de verre ou de caoutchouc, 100 centimètres cubes de l'eau à expertiser sont additionnés de 5 centimètres cubes de la solution de chlorure de baryum et de sel ammoniac, puis de 45 centimètres cubes d'eau de baryte titrée par l'acide oxalique, avec l'acide rosolique comme indicateur. Le flacon, bouché, est abandonné au repos jusqu'à ce que le précipité se forme, avec un aspect cristallin, et tombe au fond; ce qui dure environ douze heures. A ce moment, l'on reprend avec précaution, à l'aide d'une pipette, les 150 centimètres cubes de liquide par portion de 50 centimètres cubes, que l'on titre à nouveau.

Exemple : le titre de l'eau de baryte était de $43^{cc},9$ d'acide oxalique équivalant à

43^{mgr},9 d'acide carbonique. Le titre du liquide après les opérations est encore de 23^{cc},4 ; la différence est de 20^{cc},5, c'est-à-dire que 20^{mgr},5 d'acide carbonique ont remplacé autant de centimètres cubes d'acide oxalique dans l'expérience. L'eau d'expertise renferme donc 20^{mgr},5 de CO^2 pour 100 centimètres cubes, ou 205 milligrammes par litre.

Oxygène. — L'oxygène de l'eau se dose, soit par le procédé *volumétrique* de Reichardt, modifié par Tiemann et Preusse, soit à l'aide de la méthode de Schützenberger, Risler et A. Gérardin, qui est colorimétrique.

Par la méthode volumétrique, les gaz dissous sont expulsés, par la chaleur, d'un volume d'eau déterminé, traversent une lessive de soude, qui retient l'acide carbonique, pour se rendre dans un gazomètre et, de là, dans l'eudiomètre, où l'on mesure les gaz selon la règle ordinaire.

Le procédé Schützenberger repose sur la propriété que possède l'hydrosulfite de soude de ramener au jaune clair le sulfindigotate de soude, que la présence de l'oxygène dans l'eau a fait passer du blanc au bleu. Les chimistes l'exécutent dans des conditions un peu exceptionnelles pour l'hygiène. Nous nous bornerons à reproduire, d'après A. Gérardin, la façon de titrer l'hydrosulfite de soude par la solution de sulfate de cuivre ammoniacal et de l'utiliser au dosage de l'oxygène de l'eau.

« Une demi-heure avant le dosage, on remplit aux trois quarts avec de l'eau ordinaire un flacon de 60 à 100 grammes contenant une spirale formée avec une feuille de zinc et quelques morceaux de grenaille de zinc. On ajoute 10 centimètres cubes d'une solution de bisulfite de soude à 20 degrés Baumé. On achève de remplir avec de l'eau et l'on bouche avec un bouchon de caoutchouc; on agite plusieurs fois. Au bout de vingt-cinq minutes, le réactif est prêt.

« D'une part, on verse dans une petite éprouvette 20 centimètres cubes d'une solution de sulfate de cuivre (fortement ammoniacale) que l'on recouvre d'une couche d'huile. D'autre part, dans un bocal à large ouverture, on introduit 1 litre d'eau à essayer, et l'on couvre également d'une couche d'huile, après avoir teinté en bleu très clair, au moyen de quelques gouttes de dissolution de bleu Coupier. On puise l'hydrosulfite dans une pipette de 50 à 60 centimètres cubes, divisée en dixièmes. On laisse couler peu à peu le réactif dans le sulfate de cuivre ammoniacal, en agitant légèrement avec une baguette jusqu'à décoloration. On a soin de maintenir le bout inférieur de la pipette au-dessous de la couche d'huile pendant ces deux opérations.

« Supposons que l'on ait employé pour décolorer les 20 centimètres cubes de sulfate de cuivre ammoniacal 17^{cc},5 d'hydrosulfite. Nous savons que ces 20 centimètres cubes correspondent à 2 centimètres cubes d'oxygène (au point de vue de l'action sur l'hydrosulfite). Si, d'autre part, le litre d'eau a exigé 36^{cc},4, on posera la proportion $\frac{17,5}{2} = \frac{36,4}{x}$. $x = \frac{36,4 \times 2}{17,5}$ = 4^{cc},16 d'oxygène dissous dans 1 litre d'eau.

« Il reste une petite correction relative à l'hydrosulfite nécessaire pour décolorer le bleu employé. Mais cette dose peut se déterminer très approximativement une fois pour toutes. »

A. Gérardin attache une extrême importance à la détermination du *titre oxymétrique* des eaux. Il a soumis à cette épreuve l'eau de la Seine, à diverses époques, et les eaux de Versailles en 1880, avec Gavin et Rémilly.

Cependant, comme il le reconnaît, le titre oxymétrique de l'eau est très instable et incessamment modifié par l'action de l'air, de la lumière, de la température, de la végétation. On utilise peu cette notion dans l'appréciation des eaux potables, et Vallin a mis en doute, avec raison, que ce soit là une bonne mesure de leur qualité.

Il ne serait pas excessif d'étendre ces considérations aux autres témoins de la putréfaction antérieure dans l'eau. Tout d'abord, les éléments minéraux dus à des phénomènes de transformation, l'ammoniaque, les azotites et azotates, l'acide carbonique, ne sont pas habituellement dans l'eau à des doses inquiétantes. Mieux vaut avoir affaire à la putréfaction finie qu'à la putréfaction en cours; et c'est le premier cas que prouvent surtout ces substances. En outre, il n'est pas impossible que ces substances elles-mêmes ne soient point issues de la putréfaction, mais viennent simplement de l'atmosphère (ammoniaque) et du sol (CO^2, azotites, azotates). Enfin, les putréfactions ne se ressemblent pas; celle des matières végétales donne plus d'acide carbonique, celle des matières animales plus d'azote (Flügge). L'ammoniaque et les nitrates se forment souvent, sur une certaine étendue et pendant un temps durable, dans l'eau qui chemine par des conduites en fer neuf (W. Gunning, d'Amsterdam). La rouille du fer, au contact de l'eau, donne lieu à la formation et à la décomposition alternantes du nitrate d'ammoniaque. Les sols poreux laissent plus aisément pénétrer l'oxygène dans leur intimité, et l'ammoniaque, l'acide carbonique, se diffuser dans l'atmosphère. A souillure égale, ils fourniront peut-être une eau souterraine qui aura l'air d'être plus pure que celle de sols plus compactes. Les conclusions classiques, tirées de la présence dans l'eau des éléments en question, sont donc susceptibles de réserves.

E. Dosage des matières organiques. — Nous avons indiqué, au début de ce paragraphe (page 209), le mode d'évaluation de ces matières en bloc par la *perte au rouge* (*Glühverlust*) que subit le poids du résidu fixe, obtenu par évaporation et calciné. Ce procédé est très infidèle. La température de la calcination expulse l'acide carbonique des matières minérales; cet acide se trouve donc, à la prochaine pesée, compris dans la perte au rouge, c'est-à-dire confondu dans le poids des matières organiques. On cherche à restituer l'acide carbonique aux cendres en les lavant, après la calcination et le refroidissement, avec une eau chargée de ce gaz ou avec une solution de carbonate d'ammoniaque. On chauffe de nouveau pour chasser l'excès d'acide. Mais cet artifice ne remédie pas à la décomposition possible du chlorure de magnésium, à la volatilisation des chlorures alcalins, à la décomposition des nitrites et nitrates, due à la présence même des matières organiques.

Pour pouvoir apprécier d'une façon uniforme et sans difficulté le résidu total, Finkelnburg et Hiller ont construit des aréomètres très délicats (*Hydromètres*), pour la température de 15 degrés.

La richesse en matière organique pourrait encore être reconnue par la méthode de Flügge, qui n'est guère que *qualitative*. Après une calcination rapide et égale, le résidu est *blanc*, légèrement *brun*, *noirci* par places, ou entièrement *noir* et ré-

pandant l'odeur de corne brûlée. Ces teintes correspondent à des degrés ascendants de souillure organique.

Le professeur W. Gunning emploie une solution de chlorure de fer, exempte d'acide et renfermant 5 milligrammes de fer par litre. Ajoutée à de l'eau qui contient de l'azote sous toute autre forme que celle d'ammoniaque, de nitrite ou de nitrate, cette solution détermine une coloration rouge due à l'hydroxyde de fer, qui ne tarde pas à se rassembler au fond du vase, pour peu qu'il y ait des traces de sulfates en présence (c'est, dans l'occasion, un moyen d'épuration de l'eau). On peut filtrer et peser cet hydroxyde.

La détermination de la proportion de matières organiques dans l'eau se fait, le plus communément, à l'aide de l'une des deux méthodes suivantes : 1° celle de Frankland, qui convertit *par combustion* en azote et en acide carbonique toutes les matières albuminoïdes et carbonées de l'eau, de façon à pouvoir doser ensuite CO^2 et l'azote séparément ; 2° celle de Wanklyn, par laquelle on transforme en ammoniaque, au moyen du permanganate de potasse (*caméléon*), tout l'azote des matières organiques ; on évalue ensuite l'ammoniaque par le réactif de Nessler, ou bien l'on se borne à calculer l'oxygène emprunté au permanganate pour oxyder la matière organique.

L'une et l'autre ont été l'objet de justes critiques. La méthode de Frankland a dû subir quelques modifications (Dupré et Hake, Dittmar et Robinson) pour plus de simplicité. Les rapports de l'azote des matières organiques de l'eau au carbone varient entre 1 p. 12 et 1 p. 2; l'oxydation (Frankland) fait plus rapidement disparaître le carbone dans les matières végétales et l'azote dans les matières animales. Quant au dosage de l'ammoniaque *albuminoïde* ou de l'oxygène consommé du permanganate, personne ne le regarde autrement que comme un moyen d'apprécier la qualité relative de l'eau; ce n'est pas une analyse. Toute substance facilement oxydable consomme du permanganate, l'oxydule de fer, les nitrites, les sulfures. Et quant aux matières organiques, elle sont loin d'emprunter toutes la même part d'oxygène au caméléon. L'acide tartrique y prend les 4/5 de l'oxygène nécessaire à son oxydation parfaite ; mais le sucre, le phénol, n'en prennent que la moitié ; la tyrosine un tiers ; l'asparagine 1/9 ; la leucine 1/10 ; l'acide benzoïque 1/40. L'urée n'en enlève pas au permanganate alcalin, non plus que les amides, et, selon la remarque de G. Pouchet, il faut recourir à la solution acide de ce sel pour remarquer la prédominance dans l'eau de ces substances, dont la signification a plus de valeur que celle de la plupart des autres. Naguère, à Londres (Cory), on a constaté que les analyses de Frankland et de Wanklyn, faites au même moment sur les mêmes eaux, ne concordaient point, quoique étant généralement de même sens, et qu'à souillure égale, l'ammoniaque albuminoïde était trouvée plus abondante dans une eau contenant des selles d'individus sains que dans une autre infectée de selles typhoïdes. Au fond, ce résultat n'a rien qui doive surprendre.

1. *Carbone et azote organiques* (méthode de Frankland et Armstrong). — On

commence par se débarrasser de l'acide carbonique, dissous ou combiné, puis des acides nitreux et nitrique, qui pourraient exercer sur la substance organique un effet d'oxydation, en faisant bouillir 1/2 litre ou 1 litre de l'eau à expertiser, pendant deux ou trois minutes, avec l'acide sulfureux et quelques gouttes d'une solution de chorure de fer, en présence de laquelle les nitrates sont entièrement décomposés par l'acide sulfureux. Pendant que l'eau bout, on verse encore une petite quantité de sulfite de soude pour retenir l'acide sulfurique qui peut se former. Quand toute l'eau est évaporée, on broie le résidu dans une capsule de verre avec du chromate de plomb. Le mélange est introduit dans un tube à combustion, que l'on achève de remplir avec l'oxyde de cuivre; on en ferme l'orifice extérieur avec de la tournure du même métal ; on y fait le vide par la pompe à mercure ; enfin on le chauffe peu à peu. Quand la combustion est terminée, les gaz, extraits par la pompe, sont introduits dans l'eudiomètre. Ces gaz sont l'acide carbonique, l'azote, l'oxyde d'azote. Le premier est absorbé par la potasse; la diminution de volume qui s'ensuit donne sa mesure. L'oxyde d'azote, par l'introduction d'oxygène en excès, est converti en acide hypoazotique que l'on absorbe encore et que l'on mesure par la potasse. Enfin le reste est oxydé par l'acide pyrogallique et dosé comme azote. Si l'on a d'abord chassé l'ammoniaque de l'eau, les chiffres obtenus représentent le carbone et l'azote *organiques*. Ce que l'on connaît le mieux par cette méthode, c'est le rapport du premier avec le second ; la grande prédominance du carbone correspond à des matières végétales; celle de l'azote à des matières d'origine animale.

2. *Ammoniaque albuminoïde.* — Ce procédé (Wanklyn, Chapman et Smith) dose l'ammoniaque obtenue des matières organiques par l'action de la solution alcaline de permanganate de potasse (200 grammes d'hydrate de potasse et 8 grammes de permanganate pour 1 litre). Il faut d'abord avoir dosé à part l'ammoniaque libre.

Pour l'application, on se sert d'une cornue dont le col est à double courbure et s'engage dans un tube réfrigérant. On introduit dans cette cornue 500 centimètres cubes de l'eau à expertiser, additionnés de 3 centimètres cubes d'une solution de carbonate de soude (1 vol. sur 2); on distille rapidement environ 300 centimètres cubes qui sont répartis en trois échantillons séparés et successifs de 100 centimètres cubes chacun. On y dose l'ammoniaque libre, à l'aide du *réactif de Nessler;* d'ordinaire le troisième échantillon n'en renferme plus.

A ce moment, on retire le feu et l'on verse dans la cornue 50 centimètres cubes de la solution de permanganate. On distille de nouveau deux portions successives de 100 centimètres cubes chacune, que l'on soumet encore à l'épreuve colorimétrique. Dans la pensée de Wanklyn et Chapman, la transformation des matières organiques par le permanganate donnait les deux tiers de l'azote albuminoïde. Tiemann et Preusse ont montré que cette estimation peut souvent se trouver exagérée.

Il est admis que le poids obtenu d'ammoniaque albuminoïde multiplié par 10 représente la quantité de matière organique azotée.

A ce point de vue, Wanklyn a classé les eaux de la façon suivante (Roques) :

Première classe. — Eaux d'une très grande pureté. Elles renferment moins de $0^{mgr},05$ d'ammoniaque albuminoïde.

Deuxième classe. — La plupart des eaux potables, renfermant de $0^{mgr},05$ à $0^{mgr},10$ d'ammoniaque albuminoïde; on peut considérer ces eaux comme exemptes de matières organiques putrescibles.

Troisième classe. — Eaux impures, contenant plus de $0^{mgr},10$ d'ammoniaque albuminoïde. La situation est plus grave, s'il y a en même temps une notable

proportion d'ammoniaque libre et de chlorures, parce qu'alors les matières organiques sont vraisemblablement de provenance animale.

3. *Dosage de l'oxygène pris au permanganate.* — « Le permanganate de potasse, $KMnO^4$, est un sel rouge-violet dans lequel l'acide permanganique cède aisément son oxygène à d'autres corps ayant de l'affinité pour ce gaz, par conséquent réducteurs. Par la perte d'oxygène, l'acide permanganique repasse à l'état d'oxyde de manganèse et même d'oxydule, en présence des acides sulfhydrique et chlorhydrique. Or le sulfate d'oxydule et le chlorure de manganèse sont incolores : la décoloration du sel rouge-violet est donc le signe que la réaction s'est accomplie. Il est facile de calculer l'oxygène consommé d'après la quantité de permanganate décoloré, et si cette réduction a été opérée par des matières organiques, cette quantité d'oxygène est un dosage indirect de leur proportion dans l'eau. »

On fait, par exemple, une solution de 4 grammes de permanganate dans 1 litre d'eau pure. Un centimètre cube de cette solution peut céder 1 milligramme d'oxygène. Pour faire un essai (Roques), on prend 500 à 1000 centimètres cubes d'eau, qu'on additionne de 50 à 100 centimètres cubes d'acide sulfurique pur ; puis, la température étant maintenue de 80 à 90°, on verse goutte à goutte la liqueur de caméléon. Lorsque celui-ci se décolore d'emblée, c'est qu'il reste des matières oxydables; on continue à verser jusqu'à ce que l'eau prenne une teinte rosée persistant pendant quelque temps.

En réalité, la réaction est loin d'être complète, et l'on n'a pas, de cette façon, l'indication exacte de ce qu'il faut d'oxygène pour oxyder les matières organiques, non plus, par conséquent, que de ces matières elles-mêmes. Aussi, se contente-t-on souvent de noter simplement la quantité de permanganate qui a été employée. D'autres la multiplient, pour exprimer les matières organiques, par un coefficient qui varie de 2 à 5.

Dans le but d'approcher davantage de la vérité et d'opérer d'une façon plus sûre, les savants ont modifié de diverses façons le procédé primitif. Nous décrirons quelques-unes de ces manières d'employer le permanganate.

a. La suivante est recommandée par Roques. « Un litre d'eau est additionné de 10 centimètres cubes de soude caustique à 10 p. 100, et de 10 centimètres cubes exactement mesurés d'une solution de permanganate de potasse renfermant $3^{gr},95$ de ce sel cristallisé par litre. On chauffe le mélange jusqu'à ébullition, et l'on maintient cette dernière pendant environ une heure. Au bout de ce temps, on laisse refroidir jusqu'à environ 25 à 30° C, et l'on ajoute avec précaution 50 centimètres cubes d'acide sulfurique concentré et pur; le liquide échauffé, on ajoute exactement 10 centimètres cubes d'une solution d'acide oxalique renfermant $7^{gr},875$ d'acide oxalique par litre et correspondant volume à volume à la liqueur de caméléon. Après quelques instants d'agitation, la liqueur devient parfaitement limpide. Cette dernière étant maintenue à la température d'environ 6°, on ajoute goutte à goutte du permanganate placé dans une burette, jusqu'à ce que l'on obtienne une teinte rose persistant pendant quelques minutes. Grâce à la concentration du permanganate, il n'y a pas d'hésitation pour reconnaître la fin de l'opération.

Si l'on veut obtenir un résultat plus sûr, on pourra agir par comparaison, en faisant l'essai précédent sur de l'eau distillée, en même temps et dans les mêmes conditions que sur l'eau à essayer.

Quand on a opéré comme nous l'avons indiqué sur un litre d'eau, on obtient directement, en lisant sur la burette le nombre de centimètres cubes, la quantité d'oxygène exprimée en milligrammes. Ainsi, lorsqu'il faut employer $2^{cc},6$ de solution de permanganate, on conclut de l'essai que l'eau exige $2^{mgr},6$ d'oxygène par

litre pour brûler toutes les matières organiques. On peut exprimer le résultat en permanganate de potasse, en multipliant le nombre de centimètres cubes par $3^{gr},95$, ou en acide oxalique, en multipliant par 7,875. »

Il n'aura point échappé que ces chiffres, 3,95 et 7,875, sont bizarres et rendent difficiles les pesées exactes. Il y a moyen de tourner cette difficulté sans cesser de procéder très rigoureusement. Nous reproduisons ci-après une manière de préparer la solution de permanganate et la façon de s'en servir qui porte le nom de *méthode de Kubel*. Ces détails sont repris à notre article EAU du *Dict. encyclop. des sciences médicales.*

« On dissout *approximativement* $0^{gr},3$ de permanganate de potasse dans 1 litre d'eau, et l'on titre cette solution à l'aide d'une autre substance qu'il est facile d'avoir pure et de peser, en même temps qu'elle s'oxyde entièrement par le permanganate : c'est la solution d'acide oxalique $C^2O^4H^2 + 2H^2O$, dont l'équivalent est 126. Chaque molécule d'acide oxalique exige pour son oxydation complète 1 atome d'oxygène = 16 en poids (résultat : CO^2 et eau). La quantité d'oxygène employée à oxyder l'acide oxalique est donc représentée par le rapport $\frac{126}{16}$. — D'autre part, l'oxygène abandonné par le caméléon réduit s'exprime de la façon suivante : $KMnO^4$ a pour équivalent 158 ($K = 39$; $Mn = 55$; $4O = 64$); la décomposition est représentée par la formule : $2KMnO^4 + 3H^2SO^4 = 2MnSO^4 + K^2SO^4 + 3H^2O + 5O$, c'est-à-dire que 2 molécules de caméléon fournissent 5 atomes d'oxygène, ou 316 en poids de caméléon 80 d'oxygène qui, à raison de 16 pour 126, oxyderont 630 d'acide oxalique (en poids).

Si l'on prend ce chiffre pour équivalent et que l'on dissolve $8^{gr},63$ d'acide oxalique cristallisé dans 1 litre d'eau distillée très pure, on aura la solution *normale* ou à 1/100 d'acide oxalique. C'est avec celle-ci que l'on titre la solution de permanganate faite approximativement avec $0^{gr},3$ par litre. Pour cela, 100 centimètres cubes d'eau distillée sont additionnés de 5 centimètres cubes d'acide sulfurique étendu (3 volumes d'eau pour 1 volume d'acide) et portés à l'ébullition. On y verse, à l'aide d'une burette, 3 à 4 centimètres cubes de la solution de caméléon; on fait bouillir pendant cinq à dix minutes, puis, après avoir éloigné le ballon de la flamme, on y introduit par une pipette 10 centimètres cubes de la solution d'acide oxalique. Il se produit immédiatement une décoloration ; on ajoute alors, avec précaution et goutte à goutte, de la solution de permanganate jusqu'à ce qu'il apparaisse une coloration rouge, légère, mais persistante. A ce moment, on a usé exactement autant de permanganate qu'en exigent 10 centimètres cubes de la solution oxalique. Or, ces 10 centimètres cubes renfermaient $6^{mgr},3$: il y a donc, d'après le calcul indiqué plus haut, $0^{gr},8$ d'oxygène ou $3^{mgr},16$ de permanganate de potasse dans les centimètres cubes employés de la solution de caméléon. Il est facile d'en déduire ce qu'il y a d'oxygène par 1 ou par 100 centimètres cubes de ce qui reste de la solution. Elle est, dès lors, titrée.

La méthode la plus employée, pour appliquer ces réactifs au dosage de l'oxygène brûlé par les matières organiques, est celle de Kubel, qui vient précisément d'être décrite pour le titrage de la solution de caméléon. Seulement l'eau distillée est remplacée par 10 centimètres cubes de l'eau à expertiser, la solution de permanganate est titrée exactement d'avance, et il faut en mettre assez au début pour que la coloration rouge soit intense et persiste pendant l'ébullition. Lorsque la réaction est finie, il n'y a qu'à déduire des centimètres cubes de permanganate total employé la quantité qu'en a usée l'acide oxalique; la différence est le chiffre de la solution de caméléon correspondant aux matières organiques. Pour con-

naître l'oxygène ou le permanganate dépensé, Wolffhügel propose la formule suivante :

$$O = \frac{n \times 0,8}{t} \text{ et } KMnO^4 = \frac{n \times 3,16}{t},$$

dans laquelle n est la quantité de solution correspondant aux matières organiques, t celle qui a été consommée par l'acide oxalique.

Supposons que l'on ait dépensé en tout................	$10^{cc},6$ de solution.
Pour l'acide oxalique seul..........................	$6^{cc},8$ —
Il restera pour les matières organiques................	$3^{cc},8$ de solution.

Et $O = \frac{3,8 \times 0,08}{6,8} = 0^{mgr},447$ pour 100 centimètres cubes ou $4^{mgr},47$ d'oxygène par litre de l'eau expertisée.

Si la solution de permanganate est titrée exactement, on sait ce qu'elle renferme d'oxygène par centimètre cube : il est donc encore plus facile d'arriver à savoir ce qu'en ont usé les matières organiques. Soit 15 centimètres cubes la quantité de solution manganique consommée par 10 centimètres cubes d'acide oxalique : chaque centimètre cube de cette solution fournit donc $\frac{0,8}{15}$ milligr. d'oxygène. Si l'on en a usé x centimètres cubes pour les matières organiques, l'oxygène consommé par celles-ci est $= \frac{0,08 \times x}{15}$ (Flügge). »

Il serait sans doute superflu de décrire encore la méthode de Schulze, qui alcalinise le liquide à expertiser au lieu de l'acidifier; celle *dite* d'Harcourt-Tidy, suivant laquelle, après avoir laissé au repos, au lieu de la faire bouillir, l'eau traitée par la solution de caméléon, on mesure, au moyen de l'iodure de potassium, le permanganate non réduit.

Mais nous ne saurions passer sous silence le procédé d'Albert Lévy (Montsouris), adopté par le comité consultatif d'hygiène publique de France et exposé par G. Pouchet dans les termes qui suivent :

« On introduit dans un ballon 100 à 200 centimètres cubes de l'eau à examiner. On y verse, pour chaque fraction de 100 centimètres cubes d'eau, 3 centimètres cubes d'une solution au dixième de bicarbonate de soude pur ; puis 10 ou 20 centimètres cubes d'une solution de permanganate de potasse contenant par litre d'eau distillée $0^{gr},50$ de sel. (Il faut ajouter 10 centimètres cubes de permanganate pour chaque fraction de 100 centimètres cubes d'eau).

« Le mélange est alors porté à l'ébullition entretenue exactement pendant dix minutes, à partir du moment où le liquide commence à bouillir. La coloration du mélange, brun-violacé au début, un peu plus rouge à l'ébullition, ne doit jamais virer au jaune; si cette coloration se produisait, ce serait l'indice que la quantité de permanganate ajoutée est insuffisante, et il faudrait recommencer l'essai, soit en ajoutant une plus forte proportion (toujours à volume connu) de la liqueur titrée de permanganate, soit en diminuant la proportion d'eau soumise à l'analyse.

« Après refroidissement, il s'est formé un dépôt jaune brun, floconneux, d'oxyde de manganèse. On acidifie la liqueur en y versant 2 à 3 centimètres cubes d'acide sulfurique pur et on ajoute immédiatement 5 centimètres cubes d'une solution de *sulfate ferreux ammoniacal* ainsi composée :

Sulfate ferreux ammoniacal..................................	20 grammes.
Acide sulfurique pur..	10 —
Eau distillée Q. S. pour faire un litre de liqueur.	

« La liqueur se décolore rapidement et devient tout à fait limpide. Quand ce point est atteint, on verse goutte à goutte, avec une burette graduée, de la solution titrée de permanganate de potasse jusqu'à production d'une teinte rosée persistant un moment. Le chiffre de cette lecture sert de *repère*.

« On recommence l'opération en doublant le volume de l'eau mise en expérience; on opère exactement de la même façon, et la différence des lectures donne, cette fois, le poids du permanganate qui a fourni son oxygène à la matière organique.

« Connaissant la valeur en poids de l'oxygène disponible dans 1 litre de liqueur au permanganate, il est facile de calculer la quantité d'oxygène qui a été employé à brûler la matière organique dissoute dans l'eau. La liqueur de permanganate employée renfermant, par litre, un demi-gramme de sel sec et pur, le calcul indique que cette solution renferme 125 milligrammes d'oxygène capable d'effectuer des oxydations; soit $0^{mgr},125$ pour chaque centimètre cube. Il est d'ailleurs facile de vérifier l'exactitude du titre oxydant de la liqueur, en recherchant le nombre de centimètres cubes de cette liqueur nécessaire pour oxyder un poids connu d'acide oxalique sec et pur.

« *Cette méthode, pas plus que les autres, ne fournit relativement à la matière organique, un chiffre absolument exact; mais elle donne, par comparaison entre les eaux de différentes provenances, des renseignements constants* et, par cela même, fort précieux. »

Il ne convient pas d'aller beaucoup au delà de cette conclusion générale. Aussi peut-il paraître étonnant qu'elle soit immédiatement suivie de cette formule inhibitive :

« Une eau analysée de cette façon et consommant par litre plus de 2 à 3 milligrammes d'oxygène doit être absolument rejetée pour les usages alimentaires. »

La limite est singulière, puisque entre 2 et 3 la différence est égale à la moitié du premier de ces nombres. Nous croyons, en outre, que cette règle condamnerait beaucoup d'eaux que l'on boit de longue date sans accidents, quoiqu'il reste certain que les eaux souillées dépassent cette limite et que les bonnes eaux se trouvent plutôt en deçà.

On reconnaîtra, d'autre part, que cette grande variété de procédés, mis en œuvre pour le dosage très approximatif des matières organiques de l'eau, cache une pauvreté réelle peu contestable. Cette profusion de méthodes aboutit surtout à donner des valeurs différentes à des chiffres identiques fournis par des chimistes distincts, dans la colonne des analyses qui est réservée aux matières organiques. D'autant plus que les auteurs préviennent rarement de la méthode qu'ils ont suivie, et que l'un dose d'après le permanganate consommé, l'autre d'après l'oxygène, un troisième en s'exprimant par le chiffre d'acide oxalique correspondant. Il fut un temps où les résultats du procédé de Kubel s'appelaient uniformément *matière organique*. Cela voulait dire qu'il fallait multiplier par 5 le chiffre du permanganate employé et par 20 celui de l'oxygène consommé (Wolffhügel) pour avoir le chiffre des matières organiques mêmes.

Pour en finir, mentionnons simplement le *procédé de Fleck*.

Ce *procédé* proposé en Allemagne pour remplacer l'hypermanganate a donné

à Ritter des résultats plus satisfaisants que le caméléon. Le réactif contient 17 grammes d'azotate d'argent, 50 grammes d'hyposulfite de soude et 48 grammes d'hydrate de soude. Pour l'employer, on fait bouillir 100 centimètres cubes d'eau avec 10 centimètres cubes de réactif, et on détermine, à l'aide d'une solution titrée d'iodure de potassium (8gr,3 par litre), l'argent qui n'est pas réduit. On emploie comme réactif indicateur l'empois d'amidon, auquel on ajoute un mélange d'acide chlorhydrique et de chromate rouge de potasse (1 sur 20); l'apparition de la couleur bleue indique la fin de l'opération. Le réactif indicateur se place sur une soucoupe en porcelaine.

Le réactif de Fleck aurait l'avantage d'indiquer plus spécialement les matières organiques en voie d'altération, c'est-à-dire celles qui sont le plus à redouter.

Nous reproduisons ci-après un tableau dressé par le Comité consultatif d'hygiène et contenant les limites dans lesquelles les principaux éléments suspects des eaux doivent être contenus.

IMPURETÉS.	EAU			
	TRÈS PURE.	POTABLE.	SUSPECTE.	MAUVAISE.
CHLORE	Moins de 0gr,015 par litre.	Moins de 0gr,040 (excepté au bord de la mer).	0gr,050 à 0gr,100	Plus de 1gr,100
ACIDE SULFURIQUE	0gr,002 à 0gr,005	0gr,005 à 0gr,030	Plus de 0gr,030	Plus de 0gr,050
OXYGÈNE emprunté au permanganate en solution alcaline	Moins de 0gr,001 soit moins de 10cc de liqueur.	Moins de 0gr,002 soit moins de 20cc de liqueur.	0gr,003 à 0gr,004	Plus de 0gr,004
PERTE DE POIDS du dépôt par la chaleur rouge	Moins de 0gr,015	Moins de 0gr,040	0gr,040 à 0gr,070	Plus de 0gr,100
DEGRÉ HYDROTIMÉTRIQUE TOTAL	5 à 15	15 à 30	Au-dessus de 30	Au-dessus de 100
DEGRÉ HYDROTIMÉTRIQUE PERSISTANT après l'ébullition	2 à 5	5 à 12	12 à 18	Au-dessus de 20

EXPERTISES SOMMAIRES. — Les analyses qualitatives ont été indiquées chemin faisant, toutes les fois qu'elles ont paru possibles. On les recherche particulièrement pour l'usage des armées en expédition. Böhr et Hiller ont imaginé, à cet effet, des méthodes *simplifiées* qui sont décrites dans le Règlement du service de santé allemand en campagne (*Kriegs-Sanitäts Ordnung*, 1878), mais que les médecins militaires du pays ne nous ont pas paru apprécier très haut.

Les liqueurs de contrôle préparées par Böhr sont de l'eau distillée renfermant, ici l'ammoniaque, là les chlorures, ailleurs les nitrates, etc., sous les proportions que l'on regarde comme compatibles avec l'innocuité de l'eau. L'eau à expertiser d'une part, la liqueur de contrôle de l'autre, sont traitées simultanément par une même quantité d'un réactif approprié. On compare et l'on juge, d'après l'effet du réactif, si l'eau en expérience est trop riche de l'élément recherché pour pouvoir être mise en consommation. Ainsi, la liqueur de contrôle renferme 2 milligrammes d'ammo-

niaque par litre; 10 centimètres cubes de cette liqueur et 10 centimètres cubes de l'eau à expertiser sont traités en même temps par 4 ou 5 gouttes du réactif de Nessler. Pour l'acide azotique, la liqueur renferme $12^{mgr},8$ d'acide azotique par litre; on traite simultanément 3 à 4 gouttes de cette liqueur et autant de gouttes de l'eau d'expertise par quelques gouttes de solution saturée de brucine et 6 à 8 gouttes d'acide sulfurique concentré, dans une soucoupe de porcelaine blanche, etc.

Hiller, au contraire, *détitre* des doses fixes de réactifs avec des quantités variables de l'eau à expertiser. Cette pratique permet d'emporter en campagne des volumes moindres de liqueurs et de réactifs.

III. **Expertise bactériologique.** — Cette expertise nous semble pouvoir comporter trois opérations d'inégale facilité : 1° la numération des microorganismes ou germes; 2° la distinction des organismes pathogènes d'avec les saprophytes ; 3° les expériences d'inoculation ou d'injection de ces microorganismes à des animaux.

1° *Numération des microorganismes.* — Il importe, préalablement à cette expertise, de se conformer aux règles formulées précédemment pour la récolte des échantillons; mais surtout d'*examiner le plus tôt possible l'eau en expertise*, afin d'éviter la multiplication par culture spontanée qui se produit très rapidement dans les échantillons recueillis, que l'eau soit au repos ou en mouvement (Miquel, Meade Bolton, Leone, Ch. Girard). Il est assez remarquable que cette multiplication, qui s'accomplit régulièrement dans les bonnes eaux, comme celle de la Vanne, fasse place à une diminution, par un délai de vingt-quatre heures, dans les mauvaises, comme celles du canal de l'Ourcq (Miquel). Lorsque les circonstances imposent un retard de plus de trente minutes, Meade Bolton, Miquel, recommandent l'enveloppement, avec l'aide de corps mauvais conducteurs, du récipient dans la glace, pourvu que cet enveloppement ne dure qu'un temps modéré. Il va sans dire que les récipients doivent être stérilisés et bouchés après remplisasge, de façon à prévenir la chute des germes de l'air dans le contenu.

Dailleurs, la numération se fait par le procédé des *ensemencements* et des *cultures*. Les ensemencements ont lieu sur milieu *liquide* ou sur matière nourricière *solide*.

A. Les méthodes de P. Miquel et d'Hermann Fol appartiennent à la classe des ensemencements liquides.

Miquel recueille l'eau dans des ballons effilés en pointe, stérilisés à 200 ou 300 degrés, que l'on remplit en brisant leur pointe dans l'eau même que l'on veut examiner. L'eau introduite, on scelle de nouveau l'extrémité capillaire. Il s'agit maintenant d'ensemencer avec cette eau un certain nombre de ballons Pasteur, renfermant un bouillon convenable, stérilisé, mais de telle sorte que l'on puisse croire avec quelque apparence de raison qu'il n'y a pas plus d'un microorganisme dans chacun des 15 à 25 ballons fécondés sur 100 employés. Si l'eau est pure, il se peut qu'une goutte de cette eau, introduite dans le bouillon avec une pipette stérilisée, n'y

provoque le développement que d'un germe dans 15 à 25 conserves sur 100. Mais le cas est rare et l'on est obligé, le plus souvent, de diluer au cinquième, au dixième, au vingtième, au quarantième, etc., la goutte d'eau (2 à 3 centigrammes) que l'on fait tomber dans les ballons à ensemencement. Il faut, alors, multiplier par 5, 10, 20, 40, le chiffre obtenu pour 1 centimètre cube de la dilution.

Les bactériologues allemands ont beaucoup critiqué les procédés de Miquel, qui ont surtout le tort de n'être point les leurs. Il semble même que des Français se soient associés à ces critiques. La plupart sont mal fondées et, sans croire que les numérations de Miquel soient d'une exactitude absolue, nous pensons qu'elles approchent autant de la vérité que d'autres. Les bouillons de Miquel ne sont pas toujours les meilleurs qu'il soit possible, et ceux qui sont bons pour une espèce bactérienne peuvent ne point convenir à l'espèce voisine. Il est clair, aussi, que les chiffres obtenus ne sont que des *minima,* puisqu'il y a parfois deux germes dans un ballon dont on ne compte le trouble que pour un. Mais le défaut d'adaptation nourricière a les mêmes chances avec les gélatines qu'avec les bouillons, et il se peut, de même, qu'il y ait deux germes dans une *colonie* qui n'est comptée que pour une unité. En somme, la méthode de Miquel peut fournir, comme les autres, à des comparaisons très utiles. Son seul défaut, à notre avis, est d'être un peu longue, plus pénible que les cultures sur gélatine, et moins élégante.

Hermann Fol emploie de même les bouillons et l'ensemencement à doses fractionnées, sauf qu'il prépare les premiers d'une façon qui lui semble présenter plus de garanties de conservation, et qu'au lieu de diluer l'eau avant de féconder les ballons, il mélange directement l'eau impure avec le bouillon stérilisé et fractionne seulement le mélange dans des ballons stérilisés à sec, de 10 centimètres cubes de capacité. Ces petits ballons restent en observation pendant quatre semaines. La grande majorité des troubles se produit pendant les premiers jours. A partir du quinzième jour, les cas nouveaux sont une exception. « Les résultats sont, en général, très nets, les cultures assez caractéristiques pour permettre de distinguer les espèces déjà à l'œil nu, d'après la disposition générale de la végétation. » Nous ne saurions entrer dans les détails de l'ingénieuse technique de l'auteur, que Vallin a reproduits, du reste, dans la *Revue d'hygiène*, t. VI, 1884. La méthode semble susceptible des mêmes objections que la précédente, dont elle n'est qu'une variante.

B. Les cultures sur matière nourricière solide ont été vulgarisées par Robert Koch. Tous les procédés, usités aujourd'hui pour faire apparaître des colonies sur plaques ou dans des éprouvettes, ne sont que des façons particulières de préparer ou d'employer la gélatine nourricière (*Nährgelatine*) qu'il proposait, en 1881, dans le 1er volume des *Communications* de l'office sanitaire allemand, en ces termes :

« On fait gonfler la gélatine dans l'eau distillée et on la dissout par la chaleur. La solution nourricière doit aussi être préparée à part, et l'on donne à chacune des deux liqueurs une concentration suffisante pour qu'après leur mélange en proportions déterminées, on obtienne finalement la richesse voulue en gélatine et en substance nourricière. J'ai trouvé, dans

mes expériences, que la richesse la plus convenable de la gélatine nourricière en gélatine est de 2,5 à 3 p. 100. Si donc l'on veut mélanger la solution de gélatine avec la liqueur nourricière à parties égales, il faut, pour que la gélatine nourricière renferme 2,5 p. 100 de gélatine, préparer la solution de celle-ci avec 5 de gélatine p. 100; de même il faudrait donner à la liqueur nourricière le double de substance nutritive; par exemple, pour une gélatine nourricière à 1 p. 100 d'extrait de viande, la solution aqueuse d'extrait de viande doit être à 2 p. 100. D'ailleurs on peut faire gonfler et dissoudre d'emblée la gélatine dans le liquide nourricier... » On alcalinise la gélatine nourricière avec un sel de potasse ou de soude ; elle est ensuite filtrée, versée dans des récipients stérilisés à 150°, que l'on bouche avec de la ouate, puis chauffée à nouveau, mais pendant un temps assez court et sans employer l'autoclave, sans quoi l'on pourrait lui enlever le pouvoir de se recoaguler. En supposant que des bactéries aient échappé à la stérilisation, on ne tarde pas à les voir se trahir dans la gélatine par des points blancs, qui ne demandent qu'à s'étendre. Avant que cette extension se produise, on tue par la chaleur les colonies qui apparaissent. Mais, lors même qu'on se servirait de cette gélatine pour des cultures, il est facile de distinguer les colonies de hasard de celles qui résultent des ensemencements.

Primitivement, Koch conseillait de couler la gélatine nourricière, ensemencée de l'eau en expertise, dans des récipients plats où le liquide gélatinisable pouvait s'étaler et laisser voir les colonies naissantes. Un peu plus tard, il répandit l'usage des plaques sur lesquelles on étend une couche mince de gélatine nourricière ensemencée et qu'on porte à l'étuve humide jusqu'à l'apparition des *colonies*, au troisième jour en général.

Rien n'est plus facile que de comprendre comment se fait, par ce procédé, la numération des bactéries de l'eau. On mêle, par exemple, un dixième de centimètre cube de l'eau à analyser à 10 centimètres cubes de gélatine nourricière. Le mélange fait, on en prend, avec les précautions requises, un dixième de centimètre cube que l'on étale sur la lamelle de verre stérilisée. Au bout de soixante heures de séjour sous la cloche humide, on compte les colonies qui se sont développées et se reconnaissent à la loupe. Chacune d'elles est supposée correspondre à *un* germe. On en trouve, par exemple, 5. C'est donc que l'eau examinée contenait, par centimètre cube, $5 \times 10 \times 100 = 500$ germes ou microorganismes.

Pour le cas où les colonies seraient très nombreuses et afin de ne pas compter deux fois la même, on a des lamelles quadrillées sur lesquelles est versée la gélatine de culture; ou encore on superpose, pour le dénombrement, la lamelle ensemencée à une autre qui porte un quadrillé facile à voir par transparence.

La matière nourricière et la façon de s'en servir peuvent être diversifiées dans de grandes limites et l'ont été, en effet, depuis l'origine du procédé.

R. Angus Smith faisait une substance nourricière avec, simplement : Eau 1000 ; gélatine blanche 40 grammes ; phosphate de soude $0^{gr},02$. Il clarifiait avec un blanc d'œuf. Proust opère avec : Eau 100 ; gélatine comestible 5 grammes ; phos-

phate de soude 2 centigrammes; on incorpore, à 50 degrés, un blanc d'œuf frais étendu de 3 fois son volume d'eau.

Au Laboratoire municipal de chimie de la ville de Paris, Ch. Girard a remplacé les plaques de verre par des fioles coniques à fond plat (diamètre du fond 9 centimètres), fermant par un bouchon à deux trous, dont l'un est traversé par un tube bourré de coton, l'autre par une petite burette à entonnoir permettant d'introduire exactement 1 centimètre cube du liquide à essayer. Chaque fiole reçoit 10 centimètres cubes de gélatine; la disposition qui vient d'être indiquée en rend facile la stérilisation à 115 degrés. L'eau en expertise est étendue 100 fois, 1000 fois, selon le besoin, avec l'eau distillée, stérilisée. Quand les colonies apparaissent, on trace un quadrillage sur le fond de la fiole et l'on compte les germes, comme précédemment.

Heraeus (Hanau) remplace les petits ballons à col effilé, destinés à recueillir l'eau d'analyse, par des flacons de verre bouchés à l'émeri, ou enveloppés de papier parchemin, ou même fermés par un bouchon de ouate.

Plagge et Proskauer (Berlin) emploient la gélatine peptone avec une infusion de viande. On en verse 10 centimètres cubes dans des éprouvettes où l'on introduit, avec une pipette stérilisée, 1 centimètre cube de l'eau en expertise. Après un mélange convenable, on étale la gélatine ensemencée sur des plaques de verre où l'on provoque sa coagulation rapide à l'aide de la glace.

Autrefois, on se bornait à ensemencer la gélatine contenue dans les éprouvettes et l'on comptait, non sans difficultés et assez imparfaitement, les colonies que l'on voyait se développer dans cette masse un peu épaisse. E. Esmarch (*Zeitschr. f. Hygiene*, I, p. 293) a imaginé de n'introduire dans l'éprouvette qu'une quantité modérée de gélatine; celle-ci étant ensemencée à l'état fluide avec l'eau en expertise, on ferme l'éprouvette avec un bouchon d'ouate et on la porte, couchée horizontalement, dans une eau refroidie par la glace, où on lui imprime un mouvement de rotation sur son axe, qui étale la gélatine sur toute la paroi intérieure, en même temps qu'elle se coagule. Il faut s'y prendre de bonne heure pour compter les colonies, parce que celles qui liquéfient la gélatine ne tardent pas à couler au fond du tube réactif, même si on le tient horizontal. Cette numération se fait sans grande difficulté en comptant toutes les colonies, si elles ne sont pas trop nombreuses; il suffit, pour cela, de diviser en deux dans sa longueur par une ligne à l'encre toute la capacité du tube, et de partager la colonne de gélatine en trois ou quatre ségments par d'autres lignes circulaires. On s'aide d'une loupe ou d'un faible grossissement au microscope. Lorsque les colonies sont très nombreuses, on ne compte que celles qui se trouvent sous 1 centimètre carré de surface, et l'on multiplie le chiffre obtenu par le nombre de centimètres carrés que représente toute la paroi du tube. Ce nombre s'obtient selon les règles ordinaires en prenant pour hauteur du cylindre la ligne qui va de l'orifice du tube au point où la surface du verre se courbe pour former l'extrémité fermée, augmentée du diamètre du tube. Pour déterminer sur la paroi du tube une surface d'un centimètre carré, on découpe une surface pareille en papier et l'on applique ce papier d'un côté du tube pendant que l'on compte, à la loupe, du côté opposé, les colonies correspondantes.

2° *Distinction des espèces de microorganismes.* — La distinction à laquelle se prête tout d'abord la culture des eaux sur plaques de gélatine, c'est celle qui consiste à séparer les organismes en deux classes, dont l'une renferme les bactéries qui *liquéfient* la gélatine et l'autre celles qui ne la

liquéfient pas. La plupart des bactériologues qui ont mis leur talent au service de la question des eaux font cette distinction. A. Proust a tenté de fonder un moyen d'appréciation des eaux sur la date à laquelle la liquéfaction commence, date qui serait d'autant plus rapprochée que l'eau est plus mauvaise. Si l'on fait abstraction des bacilles pathogènes que l'eau peut recéler, cette distinction n'est pas à négliger, puisque les bacilles qui liquéfient sont essentiellement ceux de la putréfaction. Mais hors de là, elle n'est pas beaucoup plus péremptoire que, par exemple, le dosage de la « matière organique. »

On a voulu aller plus loin. A. Certes a pensé que l'on pourrait, au moyen des réactifs fixateurs, coagulants et colorants, employés en histologie, tuer, fixer et recueillir dans quelques centimètres cubes de liquide les microorganismes disséminés dans une grande quantité d'eau. Une fois tués, en effet, ou même affaiblis par l'action des réactifs colorants, ils se déposent, suivant l'auteur, au fond des vases, que l'on peut terminer en *infundibula*, en quantité appréciable, si l'on a opéré sur des masses suffisantes de liquide. On peut alors les reprendre dans le laboratoire et les étudier à loisir. L'*acide osmique*, qui tue les bactéries et les teint en noir, est particulièrement recommandé. Ce procédé, d'après lequel il faut reconnaître, à l'état de cadavres, des êtres dont la morphologie est déjà si fuyante, ne semble pas s'être répandu et ne méritait guère de succès.

L'allégation du professeur Maggi, de Pavie, que les microbes inoffensifs des eaux du lac Majeur ne se colorent pas avec les couleurs d'aniline, tandis que des microbes infectieux prenaient aisément ces couleurs, ne paraît pas davantage avoir été mise à profit. Il en est de même de la tentative de J.-W. Gunning de distinguer les microorganismes pathogènes des bactéries de la putréfaction, en soumettant sa liqueur nourricière (une décoction de levûre) à des températures différentes et successives. Comme chaque espèce a un degré de température qui lui est plus favorable que tout autre, tels organismes prospéreront à un certain degré thermique, qui mourront ou seront incapables de développement à un degré supérieur, parfaitement propice, au contraire, à une autre espèce. Le principe est exact, mais l'on s'exposerait à de graves méprises si l'on s'en servait pour établir des catégories au point de vue de la nocuité.

Le meilleur moyen consiste à examiner directement les colonies qui se sont formées dans les ensemencements de bouillons ou sur la gélatine ou, mieux encore, de prendre, avec l'aiguille de platine stérilisée, une parcelle de colonie que l'on cultive ensuite toute seule, à l'état pur, en autant de générations que l'on veut. Il est possible alors de vérifier, non seulement la forme de l'organisme isolé, mais encore ses propriétés biologiques, la façon dont il se cultive sur les divers milieux, l'odeur qu'il dégage, la forme de ses colonies après les divers modes d'inoculation de la gélatine, en trait, par piqûre ; enfin, la manière dont il se comporte vis à vis des réactifs colorants. Quelques bactéries sont phosphorescentes ; beaucoup font apparaître une teinte verte, bleue, rouge, etc. (microorganismes *chromogènes*). A l'aide de l'exploration de ces caractères, on finit par pouvoir définir

quelques espèces, par les faire rentrer dans des espèces connues ou tout au moins dans l'une des grandes classes aujourd'hui admises. Il est clair qu'une extrême prudence est ici de rigueur. Rosenberg, qui a étudié une trentaine d'espèces de microcoques ou bactéries dans l'eau du Main, s'est contenté de déterminer le plus de caractères possible chez chacune d'elles et de les désigner simplement par un numéro d'ordre : *Bacterium a*, *bacterium b*, etc.

Nous avons vu précédemment que Meade Bolton, Plagge et Proskauer, Miquel, avaient désigné nominativement certaines espèces qui se plaisent particulièrement dans l'eau ou s'y trouvent dans des circonstances définies. C'est en étudiant l'aspect des colonies développées sur les plaques de gélatine que Mörs, Ivan Michael, Chantemesse et Widal, et d'autres, ont pensé reconnaître le *bacille typhique* parmi les germes contenus dans certaines eaux. En dehors des bacilles courbes du choléra, récoltés par R. Koch dans l'eau d'un *tank* indien, le bacille typhique est le seul pathogène qui ait été isolé de cette manière. Encore y a-t-il quelque arrière-pensée à son sujet à cause de la fréquence des bacilles inoffensifs qui lui ressemblent (On en décrit un en particulier, qui s'en rapproche si fort que G. Riedlin lui donne le nom de *Typhusähnlicher Bacillus*, comme qui dirait bacille *typhoïde*, l'autre étant *typhique*).

Les procédés d'ensemencements suivis par Miquel sont moins favorables que les colonies sur gélatine pour examiner l'aspect de la prolifération microbienne et aussi pour emprunter à celle-ci la matière d'une culture pure. Cependant Miquel a maintes fois spécifié les microorganismes développés dans ses bouillons. On a lu plus haut les noms de quelques-uns de ceux qu'il a trouvés dans l'eau d'essangeage, à côté de deux espèces virulentes.

3° *Expériences sur les animaux*. — Lors des recherches de Miquel sur les eaux d'essangeage, 18 des microbes qui étaient les moins familiers à l'auteur furent inoculés à des cobayes. Six de ces microorganismes provenaient de l'eau de la ville et n'ont pu produire sur les animaux de lésions appréciables ; sur 12 isolés des eaux d'essangeage, 10 se montrèrent innocents et 2 présentèrent une virulence de force inégale ; l'un de ceux-ci, un bacterium très grêle, détermina par inoculation un phlegmon qui resta localisé ; l'autre, gros bacterium à articles courts, provoqua à la suite de son inoculation une septicémie chronique mortelle.

Les bactéries banales de l'eau et les microbes saprophytes portés chez les animaux par la bouche, par la peau ou par injections intra-veineuses, ne sauraient échapper aux règles générales. Ils ne se multiplient pas assez rapidement pour que le sang ne s'en débarrasse pas avant qu'ils aient pu nuire, selon le mécanisme indiqué par Fodor et Wyssokowitsch, et avant qu'ils aient fourni assez de ptomaïnes pour entraîner une intoxication. Cependant il se pourrait aussi que leur injection en nombre suffisant donnât lieu à ces accidents dont parle Flügge et qui, d'après W. Sirotinin, Beumer et Peiper, rendent si suspects les résultats obtenus par M. Simmonds et E. Fränkel, dans leurs tentatives d'*infection* typhique chez les animaux. « C'est une chose connue, dit le professeur de Breslau, que tout un groupe

de microorganismes assez répandus, mais n'ayant rien à voir avec le bacille du typhus, sont en état de produire, à la suite d'injections sous-cutanées ou intra-veineuses, une gastro-entérite mortelle, souvent accompagnée de tuméfaction et d'ulcération des plaques de Peyer. »

Ce transport aux animaux semble, par suite, un assez mauvais moyen de caractériser les bacilles trouvés dans l'eau et que l'on suppose être les bacilles typhogènes. Ivan Michael y a eu recours, lors de sa découverte de ces bacilles dans une fontaine ; mais les auteurs français ont préféré comparer les bacilles typhiques de l'eau à ceux de la rate des malades, bien que Chantemesse et Widal assurent aussi avoir déterminé, chez des animaux, par l'introduction des bacilles typhoïdes, « une invasion bacillaire ».

Si l'on réfléchit aux incertitudes de ces expériences, à la possibilité de rencontrer une espèce animale qui supporte sans danger une espèce bactérienne offensive pour une autre ; aux précautions étonnantes que R. Koch doit prendre pour introduire son bacille courbe dans l'intestin des animaux en expérience et à celles que les expérimentateurs d'aujourd'hui prennent pour en faire autant du bacille typhique, on reconnaîtra que ce procédé d'expertise n'est pas encore en état de fournir des lumières décisives sur l'importante question de savoir si les microorganismes, cultivés d'une eau, sont ou non pathogènes.

Heureusement, il est prouvé que ceux de ce dernier ordre ne se plaisent pas dans l'eau quand on les y met expérimentalement. D'où il est permis de conclure qu'ils n'y restent pas très longtemps quand ils y sont tombés par mégarde.

Bibliographie. — Ritter : *Les eaux de Nancy au point de vue hygiénique.* Nancy, 1879. — Certes (A.) : *Note sur l'analyse microscopique des eaux* (Bull. Acad. méd., 15 juin 1880). — Miquel (P.) : *Des eaux de la Vanne et de la Seine* (Annuaire de Montsouris pour l'année 1880) : — Sell (Eugène) : *Ueber Wasseranalyse, unter besonderer Berücksichtigung der in Kaiserl. Gesundheitsamte üblichen Methode* (Mittheilungen aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte, I, Berlin, 1881). — Wolffhügel (G.) : *Wasserversorgung* (Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten von Pettenkofer und Ziemssen, II, 1, 1882). — Roques : *Sur quelques procédés d'analyse des eaux* (Rev. d'hyg., V, p. 185, 1883). — Boulliard : *Dosage rapide des matières organiques et de l'ammoniaque dans les eaux potables* (Archives de médecine militaire, II, p. 441, 1884). — Gunning (J.-W.) : *Beiträge zur hygienischen Untersuchung des Wassers* (Archiv f. Hygiene, I, p. 335, 1883). Villaret : *L'hygiène à Berlin* (Rev. d'Hyg., V, p. 639, 1883). — Smith (R. Angus) : *Notes on the development of living germs in Water by the Koch's gelatine process* (Sanitary Record, 15 février 1883). — Frankland (F.) : *The London Watersupply* (British medical Journal. 3 mars 1883). — *On the interpretation of the results of the chemical analyse of drinking-water* (The Practitionner, XXXI, 1883). — Vallin (E.) : *L'analyse biologique des eaux potables* (Rev. d'Hyg., VI, p. 922, 1884). — Limousin (S.) : *Moyen rapide de déterminer la qualité des eaux potables* (Répertoire de pharmacie, n° 11, 1884). — Fol (Hermann) : *Nouvelle méthode pour le transvasage de bouillons stérilisés et le dosage des germes vivants contenus dans l'eau* (Archives des sciences physiques et naturelles de Genève, p. 557, juin 1884). — Fol (H.) et Dunant (P.-L.) : *Recherches sur le nombre des germes vivants que renferment quelques eaux de Genève*, Genève, 1884. — Héricourt (Jules) : *Les bacilles courbes des eaux* (Revue d'hyg., VII, p. 6, 1885). — Girard (Ch.) : *L'analyse biologique des eaux potables* (Rev. d'hyg., VII, p. 391, 1885). — Miquel (P.) : *Bactéries des eaux de pluie* (Annuaire de Montsouris pour 1885, p. 597). — Esmarch (E) : *Ueber eine Modification des Koch'schen Plattenverfarhens zur Isolirung und zum quantitativen Nachweis von Mikroorganismen* (Zeitschr. f. Hyg., I, p. 293, 1886). — Michael (Ivan) : *Typhusbacillen im Trinkwasser* (Fortschritte der Medicin, n° 11, 1886). — Pouchet (Gabriel) : *Instruction relative aux conditions d'analyse des eaux destinées à l'alimentation*

des villes (Recueil des travaux du Comité consultatif d'hyg. de France, XV, p. 328, 1886). — SPIEGEL (Léopold) : *Ueber die Bestimmung der Salpetersäure im Trinkwasser* (Zeitschr. f. Hyg., II, p. 163, 1885). — PLAGGE und PROSKAUER (Bern.) : *Bericht über die Untersuchung des Berliner Leitungswassers* (Zeitschr. f. Hyg., II, p. 401, 1887). — MIQUEL (P.) : *Instructions relatives à l'analyse micrographique des eaux* (Rev. d'hyg., IX, p. 725, 1887). — GIRARD (Ch.) et MIQUEL (P.) : *Sur l'analyse micrographique des eaux* (Revue d'hygiène, IX, p. 981, 1887).

Voy. aussi les Bibliographies précédentes dans ce chapitre.

4° Corrections de l'eau.

Les moyens de correction de l'eau s'adressent surtout à l'eau de boisson. Ils ont pour but de modifier dans un sens favorable à la santé ses propriétés physiques, chimiques ou biologiques. Les efforts des anciennes méthodes se portaient de préférence sur celles des deux premiers ordres ; aujourd'hui, l'on s'attache davantage à celles du dernier ordre, c'est-à-dire que l'on cherche à éliminer ou à détruire les agents infectieux que l'eau peut renfermer. Pour assurer cet effet, on retient indistinctement tous les microorganismes.

1. **Correction de la température.** — Il est en général facile d'élever la température de l'eau, lorsqu'elle est assez basse pour être désagréable ou dangereuse. L'inverse est moins simple et, néanmoins, c'est le problème qui se présente communément dans les pays chauds et même dans nos pays tempérés pendant quelques mois de l'année.

Les vases poreux (*Alcarazas*, *gargoulettes*), remplis d'eau et suspendus dans un courant d'air aussi frais que possible, rafraîchissent l'eau par l'évaporation des gouttelettes qui transsudent à la surface de la terre du vase. C'est un phénomène physique bien connu. Il faut laver souvent et renouveler ces vases au bout d'un certain temps d'usage, parce que les matières minérales de l'eau finissent par en obstruer les pores. Si l'on ne dispose pas de vases poreux, on les remplace par des bouteilles ou des carafes, revêtues d'une chemise de laine, que l'on trempe dans l'eau de façon à imbiber l'étoffe et que l'on suspend comme les gargoulettes. Le temps de suspension a besoin d'être prolongé.

C'est là un procédé de campagne, bon pour les voyageurs et les soldats. Dans les villes de pays chauds, on rafraîchit les boissons par la glace. L'usage de pareilles boissons n'est inoffensif que quand il accompagne le repas ou qu'on boit au chalumeau, c'est-à-dire à très petites gorgées ; prises à grands traits par quelqu'un qui a l'estomac vide, ces boissons peuvent irriter les voies digestives et causer des répercussions fâcheuses. Dans nos habitudes, les glaces sont servies à la fin du repas et n'apportent d'ordinaire qu'une stimulation favorable aux organes digestifs.

2. **Aération.** — Les anciens (Pline) comptaient beaucoup sur l'oxygénation par le mouvement pour améliorer les eaux médiocres. Sur le trajet de la conduite d'eau de Constantinople, on avait élevé des tours en maçonnerie au sommet desquelles on montait l'eau et d'où elle se précipitait.

Bien que l'absence d'oxygène ne rende point l'eau malfaisante, il est

cependant utile qu'elle soit *aérée*, fût-ce au moyen de l'acide carbonique. Elle en est plus légère et trouve peut-être dans cet élément quelque propriété stimulante. Il est facile d'aérer par la chute en cascade, la projection en pluie, le battage avec une poignée de verges, l'eau qui a perdu ses gaz par la filtration, l'ébullition, la distillation.

3. **Traitement chimique.** — L'alcool, le vin, le thé, le café (à part l'action de l'ébullition), la menthe pouliot, vantée par Pline, les amandes amères, employées sur les bords du Nil et du Mississipi, les feuilles de laurier-rose, usitées chez les Berbères, les semences de ricin chez les Nubiens, n'ont guère d'autre effet que de masquer le mauvais goût de l'eau impure. Dans l'Inde (Wolffhügel), on frotte les bords du récipient qui renferme l'eau avec le noyau des fruits du *Strychnos potatorum;* le buveur perçoit naturellement une saveur amère, mais l'eau n'en est pas autrement améliorée. L'alcool coagule peut-être une part des matières albuminoïdes.

Les substances chimiques que l'on suppose capables de corriger l'eau sont assez nombreuses. On a essayé l'*alun* et d'autres sels d'alumine, les sels de fer, le carbonate de soude, la chaux, le permanganate de potasse, la poussière quartzeuse (Frankland). Le permanganate est un oxydant. Les autres n'opèrent qu'une sorte de *collage* et une décantation plus ou moins rapide. Il se pourrait que l'alun et le sulfate d'alumine gélatineux entraînassent plus ou moins les protoorganismes (Vallin) ; on ne l'a pas vérifié. Mais ils ne précipitent jamais qu'une fraction des matières organiques dissoutes. En revanche, ils mettent dans l'eau une substance anormale ou un composé qui peut être gênant, d'autant plus que l'on est toujours porté à employer trop du corps correcteur, afin qu'il y en ait assez.

Traitement par la chaux. — En ajoutant à une eau de l'eau de chaux, celle-ci sature l'acide carbonique et, par conséquent, empêche les bicarbonates de se maintenir. Les sels terreux se précipitent et aussi le fer et le manganèse, entraînant en même temps, une forte proportion de matières en suspension. L'eau est donc purifiée, mais aussi privée d'acide carbonique, c'est-à-dire rendue indigeste. On a cherché à lui rendre mécaniquement l'acide carbonique ; mais il est clair que cette nécessité complique tellement le traitement qu'on a dû y renoncer.

Traitement par l'alun ou le sulfate d'alumine. — Ces corps, agissant sur le carbonate de chaux de l'eau, se convertissent en sulfate de chaux et mettent en liberté, d'une part, de l'acide carbonique, de l'autre, de l'alumine qui se précipite et entraîne les substances suspendues : 40 centigrammes d'alun en poudre suffisent pour 1 litre d'eau ; il est bon d'agiter celle-ci et d'attendre un quart d'heure avant de s'en servir.

Le *tannin* et le *perchlorure de fer* se combinent avec les matières organiques et les embaument en quelque sorte. On ne peut guère conseiller, pour les eaux de boisson, le *permanganate de potasse*, le *chlorure de baryum*, le *carbonate de soude*, qui pourraient leur communiquer des propriétés nuisibles ou même toxiques. Nous y joignons sans hésiter le *carbonate de*

baryte ou *whithérite*, proposé par Strohl et Bernou, avec la recommandation, il est vrai, de filtrer l'eau après le traitement.

4. **Ébullition.** — Ce moyen se trouve appliqué partout où l'on convertit l'eau douteuse, à un titre quelconque, en infusions théiformes. Les hygiénistes modernes le préconisent sans cesse, et le Conseil de santé de l'armée l'a compris dans son *Instruction* du 12 septembre 1881. Charles Amat assure avoir coupé court, par l'usage de l'eau bouillie dans son régiment, aux dyssenteries qui régnaient sur cette troupe.

L'ébullition expulse les gaz de l'eau et spécialement l'acide carbonique libre ou demi-combiné ; ce qui n'est pas un effet avantageux et ôte à l'eau sa saveur. Il en résulte aussi une précipitation des carbonates terreux, du fer, de l'argile. Les ferments solubles, non figurés, sont détruits par la chaleur humide à 100° ; les poisons putrides ne le sont pas d'une façon certaine. Les infusoires sont tués; les algues et la plupart des bactéries, y compris leurs spores, ne résistent pas à cette température. Beaucoup de microorganismes, pathogènes par conséquent, disparaissent dans l'eau bouillie. Les expériences de l'Office sanitaire allemand ont démontré qu'il en est ainsi du bacille charboneux et de ses spores, à la condition que la température de 100° soit réellement atteinte dans toute la masse du liquide et sur tous les points du vase. Mais il ne faudrait pas en conclure qu'il en est de même des autres organismes pathogènes. Les méprises éclatantes de l'hétérogénie prouvent qu'il est des germes qui ne meurent point à la température de l'eau bouillante. Il faudrait en avoir essayé un grand nombre d'espèces diverses pour pouvoir formuler une loi (Voy. chap. IV). De telle sorte qu'il est certain qu'on ôte à l'eau, par l'ébullition, beaucoup de ses qualités ; mais qu'il l'est moins qu'on la dépouille de tout agent pathogène spécifique. Quand on réfléchit que l'ébullition a surtout pour résultat de coaguler les matières albuminoïdes et, par suite, de modifier avantageusement la matière organique de l'eau, il semble rationnel de croire que cette correction entrave bien plus sûrement l'influence banale des eaux mauvaises que son pouvoir infectieux. Toutefois, c'est quelque chose que de rendre indifférentes les substances putrides ou issues de la putréfaction, et il ne faut point négliger un procédé qui atteint à cet effet.

La correction par ébullition et refroidissement consécutif est aisément praticable chez les particuliers et même dans des groupes restreints. Les régiments peuvent se servir, dans ce but, du *percolateur* que les règlements leur accordent. Mais il est clair qu'on n'appliquera jamais la méthode à une distribution municipale.

5. **Distillation.** — Ce moyen est usité en grand dans la marine, où l'on a des machines distillatoires sur les navires pour ce but spécial. Nous avons pensé quelquefois qu'il serait possible de l'étendre à des groupes en terre ferme, qui se trouvent réduits à l'usage d'une eau si défectueuse que la filtration en est pénible et que l'ébullition même n'est pas sans arrière-pensée. Il faut, pour se servir en boisson de l'eau distillée, lui incorporer de

l'air comme à l'eau bouillie et y ajouter quelques sels (chlorure de sodium, bicarbonate de chaux, etc.).

6. **Décantation**. — Les molécules solides en suspension dans l'eau se précipitent naturellement, pour une part, à la faveur du repos ou même du cheminement du liquide. On connaît, en chimie, ce moyen de purification de l'eau sous le nom de *décantation*. D'ordinaire, quand l'eau d'approvisionnement d'une ville est empruntée à un fleuve, on fait précéder la filtration d'une décantation qui simplifie le travail des filtres. L'eau séjourne, avant d'arriver à ceux-ci, pendant 24 à 36 heures, dans des bassins où les impuretés les plus grossières se déposent d'elles-mêmes. Il ne faut pas dépasser ce laps de 36 heures, parce que les matières précipitées seraient envahies par la fermentation putride.

La décantation en petit peut encore être utilisée quand on n'a pas mieux.

7. **Filtration**. — L'eau de toute provenance se purifie d'elle-même, dans la nature, en cheminant dans le sol, de la surface à la profondeur ou dans le sens horizontal sous terre. C'est l'exemple et l'idéal de la filtration. On ne cherche même, lorsque l'on institue cette correction de l'eau, qu'à imiter le procédé naturel, en suppléant en outre, par quelque artifice, au défaut de temps et de long parcours, qui se présente le plus communément.

On se propose, par la filtration, de débarrasser l'eau de boisson : 1° des corps tenus en suspension ; 2° de la plus grande partie possible des substances dissoutes, notamment de celles qui, comme les matières organiques, peuvent être d'origine putride. Il va sans dire qu'à notre époque, les microorganismes étant les plus suspects des éléments en suspension, ce sont eux surtout que les filtres s'efforcent d'arrêter. La distinction, vis-à-vis du filtrage, entre les bactéries banales et les bactéries pathogènes étant impossible, les filtres doivent retenir tous les microorganismes quels qu'ils soient, et le meilleur filtre sera celui qui atteindra ce résultat le plus exactement. Parmi les appareils connus, il en est qui agissent davantage sur les microorganismes; d'autres sur les substances en solution. Il y aura donc avantage à ne spécifier les effets de chacun d'eux qu'au moment même de leur description.

Au point de vue technique, plutôt que pour l'hygiène, il y a deux sortes de filtrations. L'une est adaptée aux besoins de tout un vaste groupe et placée sur le trajet même ou à l'origine d'une distribution d'eau ; on l'a justement nommée *filtration centrale*. L'autre ne sert qu'à de petites collectivités, à des familles ; c'est la *filtration à domicile*. Nous en rapprocherons la filtration qui se pratique au profit de groupes mobiles ou de voyageurs, parce qu'elle comporte les mêmes appareils, simplifiés et réduits pour la circonstance.

Filtration centrale. — Ce mode est à peu près indispensable aux villes qui fournissent à leurs habitants de l'eau fluviale ou lacustre. Cette eau est amenée par des canaux souterrains ou, au contraire, à l'aide de machines élévatoires, dans les bassins de décantation dont il vient d'être parlé. De

là, elle passe à d'autres bassins à sol étanche, à parois verticales, qui sont à proprement parler les filtres et renferment par couches alternantes les matières choisies pour opérer la filtration. Ces couches sont horizontales et disposées de telle sorte que les matières les plus grossières soient en bas, et les plus ténues, formant à elles seules la moitié de l'épaisseur du filtre, à la partie supérieure. Le procédé qui consiste à placer ces couches verticalement, à côté les unes des autres, n'a point prévalu. On supposait qu'il rendrait plus rare le renouvellement du filtre.

Les matières filtrantes sont: de bas en haut, des pierres, du gravier grossier, du gravier fin, du sable. Le tout a dû être lavé exactement. On recommande de composer les couches d'une façon bien homogène, en se servant de tamis gradués pour en constituer les éléments. Les mailles de ces tamis, selon Kœnig et Poppe, varient depuis 60 millimètres jusqu'à 2 millimètres de diamètre.

L'eau pénètre par la couche grossière pour s'élever jusqu'au-dessus de de la couche de sable fin, ou inversement, mais avec une très faible vitesse, par conséquent sous une pression médiocre. On imite ainsi la nature ; avec une vitesse plus grande, beaucoup d'impuretés passeraient, sous la puissance de la pression. Quant à l'étendue du parcours, elle ne dépasse jamais guère $1^{m},50$ et cependant, est suffisante, avec quelques précautions. La surface d'un filtre ne doit pas aller au delà de 3,600 mètres carrés. Les treize filtres du Tegel (Berlin) ne couvrent que 29,400 mètres carrés. D'ordinaire, on revêt le bassin de filtration d'une voûte assez épaisse pour soustraire l'eau à l'influence du soleil, de la gelée et, d'ailleurs, pour lui épargner les poussières de l'atmosphère.

Le rendement de ces filtres varie de 2 à 6 mètres cubes en vingt-quatre heures par mètre carré de surface filtrante, selon que l'eau est plus ou moins trouble avant de pénétrer dans les filtres.

Les filtres de la Tamise, à Londres, ceux de la Sprée et du lac de Tegel à Berlin, sont aujourd'hui classiques. Plus de 7 millions de personnes, en Angleterre, reçoivent de l'eau ainsi traitée.

Il a semblé utile de donner un aperçu de l'installation et du fonctionnement de la *filtration centrale* dans ces deux grandes villes, où les résultats du procédé ne peuvent qu'être décisifs.

a. Le professeur Vallin, qui a visité, en avril 1883, avec la *Commission technique de l'assainissement de Paris*, les travaux de Londres, en parle en ces termes : « Près des deux rives (de la Tamise) sont échelonnés en divers points, distants les uns des autres de quelques kilomètres, une douzaine de *water-works* ou prises d'eau, presque tous identiques. A 30 ou 50 mètres de la rive, on voit trois ou quatre lacs ou bassins, ayant chacun une surface de plusieurs hectares; un drainage souterrain va chercher l'eau du fleuve à quelques centaines de mètres en amont. Chaque bassin, creusé au milieu de la pelouse, a une profondeur de 1 à 2 mètres; le fond est garni d'une couche de béton, puis de gravier, recouvert de sable; l'eau filtre à travers le sable et des pompes puissantes, ou la gravitation, la conduisent dans des réservoirs placés sur des points qui dominent Londres. Parfois, l'eau prise en cette partie haute du fleuve, dans une zone où l'on ne permet pas l'établissement

d'usines sur la Tamise, est conduite d'emblée dans des bassins de filtration, situés à Londres même. Là, des pompes aspirantes et foulantes, d'une puissance extraordinaire, l'élèvent dans des colonnes creuses et verticales en fonte, énormes tuyaux accouplés, dressés sur le sol comme des mâts de navire, ayant 20 à 25 mètres de hauteur. Poussée jusqu'au sommet d'une des branches de l'U renversé, l'eau passe dans l'autre, retombe par son propre poids et va gagner les réservoirs de chacune des maisons du district du quartier. »

« La filtration, dit encore Vallin, est incomplète. L'eau est clarifiée, non épurée ; le sable ne retient que les corps en suspension, non les matières dissoutes. Il est même certain que beaucoup des matières suspendues passent à travers le filtre. Quand le sable est souillé, on le lave, environ une fois par mois, et il sert à une nouvelle filtration ! Aussi, l'eau est toujours riche en matières organiques et il n'est pas rare de rencontrer dans l'analyse de Frankland, que les journaux de Londres publient tous les mois, la mention suivante : « Contient des myriades d'Infusoires et d'organismes vivants. »

Les bassins de filtration des eaux de Londres occupent une vaste surface (environ 40 hectares), dans une région très habitée, où on ne leur épargne pas le voisinage

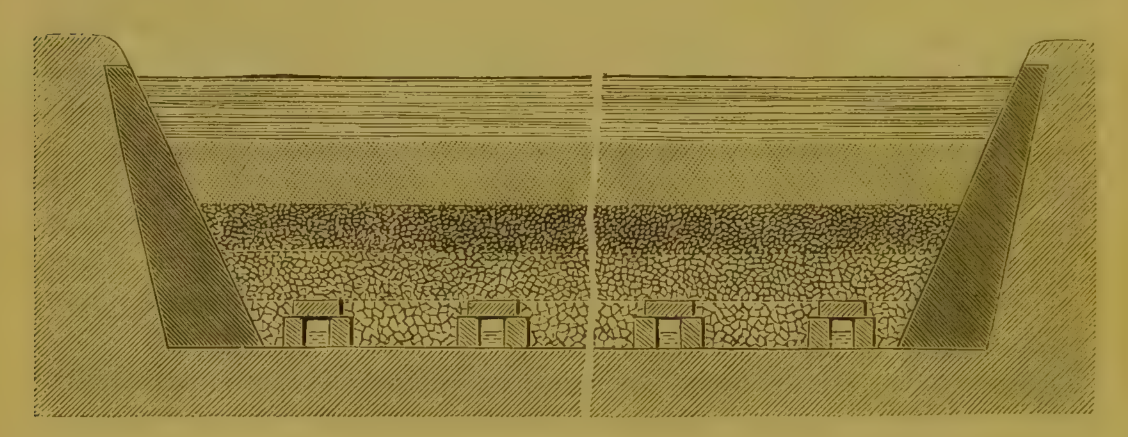


Fig. 18. — *Filtre de la Compagnie Lambeth* (filtration de haut en bas).

des dépôts d'immondices, des usines d'agglomérés, c'est-à-dire des établissements à poussières. Or, les bassins d'épuration « sont absolument découverts au niveau du sol » ; ce qui semble, à vrai dire, une incurie assez complète.

La constitution des filtres de la Compagnie *Southwark and Vauxhall* est la suivante :

	Mètres.
Sable d'Harwick, sur une épaisseur de...	0,75
Gravier dit *Hoggin*...	0,30
Gravier fin...	0,23
Gravier grossier...	0,23
Total...	1,51

« La quantité d'eau filtrée est d'environ 75 litres par mètre carré et par heure ; ce qui explique que ces filtres occupent des hectares de terrain.

« Les Compagnies Chelsea et Lambeth filtrent avec : sable de la Tamise, coquilles et ballast, gros gravier, sur une épaisseur totale de $2^m,12$ à $2^m,43$. La filtration est un peu plus rapide que chez la précédente.

« Malgré ces appareils, l'eau distribuée de la Tamise ou de la Lea renferme encore 3 à 4 milligrammes de matières organiques laissées par l'évaporation, tandis

que l'eau de la Compagnie Kent n'en donne guère plus de 2 milligrammes. Cette dernière est fournie par la nappe souterraine. »

Au témoignage de Frankland, les filtres de Londres diminuent, cependant, la proportion de matière organique dissoute, en même temps qu'ils retiennent les corps en suspension. Peut-être que l'action oxydante de l'air intervient en ceci. Aux usines de la Compagnie de Chelsea, l'eau de la Tamise renferme :

	Carbone organique.	Azote organique.
Avant la filtration	5,25	0,46
Après la filtration	2,68	0,32

b. L'eau de Berlin, qui vient en partie de la Sprée, en partie du lac de Tegel, est filtrée à la station de Stralau, en amont de la ville, et à celle du Tegel, entre Berlin et Spandau. La première possède huit filtres découverts et trois voûtés, occupant ensemble une surface de 37,000 mètres carrés. A la seconde, il existe aujourd'hui treize filtres, tous voûtés, d'une surface de 29,400 mètres carrés; il y en aura jusqu'à vingt et un, avec une surface de 50,000 mètres carrés.

Chacun de ces filtres est un bassin en maçonnerie, ciment et béton, à parois étanches; le fond, d'une surface de 2,000 à 4,000 mètres carrés, en est traversé par de grands canaux collecteurs. Il est rempli, jusqu'à une hauteur de $1^m,20$ à $1^m,30$, de couches successives dont les éléments sont de plus en plus fins, en allant de bas en haut. Ainsi, à Stralau, où l'on a imité le mode anglais, on trouve les éléments suivants dans chaque filtre, sous les épaisseurs ci-après (Plagge et Proskauer):

Fondation	Grosses pierres	$0^m,305$
	Petites pierres	0 ,102
Couche intermédiaire	Gravier grossier	0 ,076
	— moyen	0 ,127
	— fin	0 ,152
Couche filtrante	Sable grossier	0 ,051
	— fin	0 ,559
	Total	$1^m,372$

Les filtres de Tegel renferment : pierres $0^m,300$; gravier et gros sable $0^m,300$; sable fin $0^m,600$. En tout $1^m,200$.

On maintient par-dessus ce remplissage une hauteur d'eau non filtrée d'environ 1 mètre, afin d'avoir une vitesse de 3 mètres par jour ou de 125 millimètres par heure. Lorsque la différence de niveau entre l'eau à filtrer et celle qui se réunit dans les collecteurs d'eau pure au fond du bassin dépasse 2 mètres, l'expérience a démontré que la filtration est trop rapide et reste incomplète. Pour ralentir plus sûrement la vitesse de filtration, le réservoir d'eau pure, dans lequel se réunissent les collecteurs de l'ensemble des filtres, n'est qu'à un niveau inférieur de 50 centimètres à celui de l'eau impure dans les filtres. En outre, le tuyau de conduite d'eau pure de chaque filtre est muni d'un registre à l'aide duquel on peut à volonté augmenter ou diminuer l'écoulement.

Pour mettre un filtre en fonctionnement, on commence par y faire pénétrer de l'eau du réservoir d'eau pure, c'est-à-dire en sens contraire de la direction normale. Cette eau monte lentement jusqu'un peu au-dessus de la couche de sable fin et chasse l'air qui était contenu dans les matériaux du filtre. On ferme la conduite d'eau pure et l'on ouvre le registre de la conduite d'eau brute, de telle sorte que l'eau non filtrée remplisse le filtre jusqu'au trop-plein, c'est-à-dire jusqu'à 1 mètre au-dessus de la couche supérieure. Les choses restent ainsi pendant au moins vingt-quatre heures, afin que les matières étrangères contenues dans l'eau puissent se

déposer à la surface du sable sous forme d'une membrane mince, friable, à pores fins. Finalement, le registre de la conduite d'eau pure est ouvert peu à peu et le filtre entre en plein fonctionnement avec la vitesse normale de 3 mètres en vingt-quatre heures. La membrane dont il vient d'être question est, pour Plagge et Proskauer, le véritable filtre; le sable n'en est que le support. Aussi est-il de la plus haute importance de procéder avec une extrême lenteur. Lorsque le filtre a fonctionné un temps notable, la membrane s'épaissit et il faut augmenter la pression pour conserver la même vitesse. La filtration n'en est que plus parfaite; mais il vient un moment où il faut, cependant, interrompre le fonctionnement du filtre, parce que l'exagération de la pression apporterait du trouble dans les couches de sable et de gravier, sous l'effort de l'eau. On ne doit pas dépasser la différence de 60 centimètres de pression entre le filtre et le réservoir d'eau pure.

Pour nettoyer le filtre, on en fait écouler l'eau par un canal spécial; puis, il suffit d'enlever la membrane vaseuse brunâtre qui recouvre le sable avec 1 ou 2 centimètres de l'épaisseur de celui-ci, au moyen d'une pelle plate. Ce sable sali est soumis au lavage et sera réemployé plus tard. Le filtre est ainsi prêt à fonctionner de nouveau en prenant les mêmes précautions qu'au début. On peut aller jusqu'à l'épuisement de la moitié ou des deux tiers du sable primitif, ce qui amène à le renouveler entièrement environ une fois par an, tandis que les couches de gravier et de pierres sont d'une durée indéfinie.

Le passage à travers les filtres à sable, comme l'avait déjà reconnu Wolffhügel, s'est toujours montré sans influence sensible sur le poids du *résidu*, des *chlorures* et de la *chaux;* mais il y a toujours eu une diminution notable de la *perte au rouge*, de l'*ammoniaque* et des *matières qui consomment de l'oxygène*. On n'a jamais retrouvé, dans les eaux filtrées, de nitrates, de nitrites, ni d'hydrogène sulfuré. Des traces de fer et de sulfates s'y sont quelquefois révélées.

Au point de vue bactériologique, la filtration artificielle sur le sable s'est toujours montrée très efficace, sauf dans deux ou trois cas où il y avait eu des accidents dans le fonctionnement des filtres. Plagge et Proskauer estiment que les filtres retiennent à peu près tous les germes; mais qu'il est impossible que l'on n'en trouve pas constamment quelques-uns dans l'eau filtrée, par le fait des manipulations mêmes et en raison de ce qu'il en existe sur quelques points des réservoirs et des conduites de distribution. On peut considérer la filtration comme bien faite, disent ces auteurs, lorsqu'on ne trouve que cinquante germes dans l'eau fraîchement filtrée, cent cinquante au plus, par centimètre cube, ou au maximum trois cents dans l'eau de distribution de la ville.

Les colonies qui liquéfient la gélatine ne se sont jamais montrées les plus nombreuses, dans l'eau filtrée ou non filtrée, soit de Stralau, soit de Tegel. Le *crenothrix* semble avoir disparu des eaux de distribution de Berlin. Plagge et Proskauer ne parlent des bactéries pathogènes que pour noter le peu de chance que l'on a de les rencontrer dans l'eau et la difficulté qu'il y aurait de les reconnaître au milieu de tant d'autres, si elles s'y trouvaient au moment de l'examen.

On ne sait pas bien par quel mécanisme les matières organiques sont partiellement retenues par les filtres, puisqu'elles ne se retrouvent pas sous forme de nitrates ou de nitrites. Mais le fait est général. Weber reconnaît aussi que l'eau de l'Elbe, à Hambourg, perd par la filtration sur le sable 64 p. 100 de ses matières organiques.

Dans certaines localités, on filtre l'eau de pluie tombée sur les toits et même sur le sol, pour l'introduire dans des citernes, très vastes (Constantinople, Venise) ou, au contraire, de dimension en rapport avec les besoins

d'une seule maison. La figure 19, empruntée à Parkes, représente la constitution d'une citerne de ce dernier genre ; on y reconnait quelques-uns des

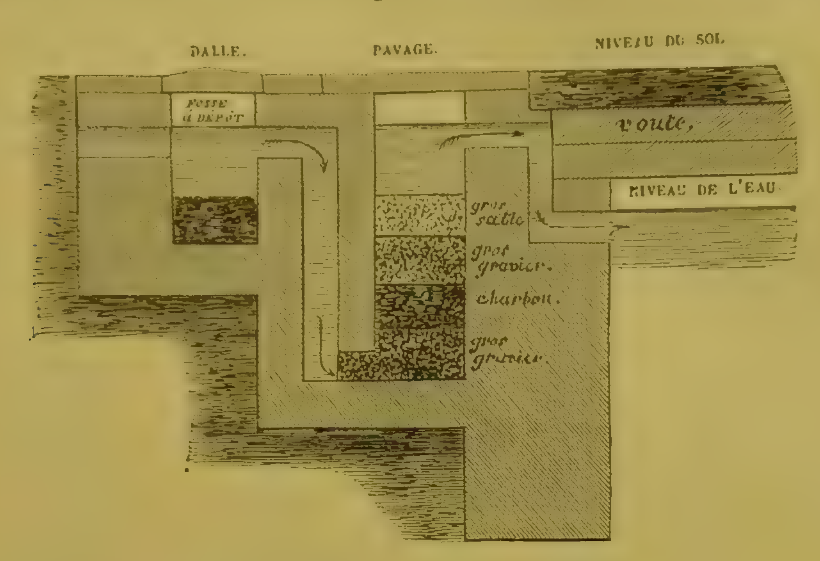


Fig. 19. — *Filtration de l'eau de pluie.*

détails qui ont été indiqués au sujet du fonctionnement de la filtration centrale.

FILTRATION A DOMICILE. — Elle supplée la filtration centrale et, parfois, la complète. Les appareils à l'aide desquels on la réalise sont extrêmement variés et les *matières filtrantes* ne le sont guères moins. Parmi les premiers, il faut choisir les moins compliqués et, surtout, ceux dont le nettoyage est le plus facile. Comme matières filtrantes, il semble requis de n'admettre que des substances minérales neutres ou plutôt indifférentes, c'est-à-dire incapables de communiquer à l'eau des qualités chimiques nouvelles, et d'exclure les matières végétales ou animales qui, précisément, pourraient donner à l'eau l'imprégnation pûtride que l'on s'efforce d'éviter. Le *gravier*, le *sable*, le *grès filtrant*, le *fer spongieux*, le *charbon* animal, le charbon de bois, le charbon *plastique*, l'*argile*, la *porcelaine*, l'*asbeste* ou *amiante*, les mélanges minéraux (*Carferal*, *Carbo-calcis*), sont donc bien préférables à l'*éponge*, à la *laine*, au *coton*, aux *déchets d'étoffes* et de feutre, imbibés ou non de substances chimiques, au *papier*, même pénétré de charbon, à la *cellulose*, etc.

Nous décrirons ici un petit nombre de filtres, en choisissant ceux qui se distinguent par quelque originalité et surtout qui paraissent avoir un réel mérite.

Filtre au fer spongieux. — Les hygiénistes, F. de Chaumont, A.-J. Martin, Wiel et Gnehm, vantaient naguère le filtre de Gustave Bischof, professeur à Glasgow, dont la substance filtrante est le fer spongieux (*spongy iron*), un peu cher il est vrai, mais dont l'action mécanique et chimique surpasse celle du sable. Frankland a constaté qu'il réduit de 32 milligrammes à 9 milligrammes par litre l'azote organique de l'eau de la Tamise et que l'eau filtrée par ce moyen retarde indéfiniment la putréfaction de la viande. Il est utile de faire passer sur du marbre en poudre l'eau qui a filtré du fer spongieux pour fixer à l'état de carbonate insoluble le fer qui a pu être dissous et entraîné.

Dans l'appareil décrit par A.-J. Martin, la filtration a lieu de haut en bas et se termine par le passage, à travers trois couches de sable *préparé*, de l'eau qui a traversé le fer spongieux. Le sable préparé renferme du bioxyde de manganèse naturel, destiné à chasser la petite quantité de fer entraînée par l'eau. Le filtre est muni d'un *régulateur*.

L'éponge de fer est du fer poreux, très pur, qu'on peut obtenir par la réduction de l'*hématite* au moyen du charbon, à une température aussi basse que possible. Il faut avoir soin que le fer spongieux du filtre soit constamment couvert d'eau ; autrement, la rouille le mettrait hors de service.

Ce filtre retient tous les microbes ; son action s'épuise lentement. Frankland a constaté que le fer est très antipathique au développement des protoorganismes.

Nous pouvons mentionner, à côté de ce filtre, assurément peu répandu en France, mais qui eut une certaine vogue en Angleterre et même en Allemagne, le filtre à l'*oxyde de fer magnétique*, employé par Spencer, il y a vingt-cinq ans, pour purifier les eaux de la Calder à Wakefield. Les propriétés de ce minerai sont fort analogues à celles du fer spongieux (Vallin).

Enfin, dans ce temps-là, les casernes et les hôpitaux anglais étaient pourvus, par ordre ministériel, des filtres au « *Carferal* » (carbone, fer, alumine), du major Crease, qui avait l'assentiment du laboratoire de Netley. Vallin raconte qu'à son voyage à Londres, pour visiter l'Exposition de 1884, il chercha en vain à obtenir ces deux objets; « il semble que ce produit et ce filtre soient complètement inconnus aujourd'hui, même à Londres. »

Filtres au charbon. — Le charbon a, depuis longtemps, la réputation d'absorber les gaz; récemment éteint, il peut absorber 80 à 90 fois son volume de gaz ammoniac, sulfureux ou chlorhydrique, avec la même avidité que l'eau absorberait ces gaz. Le charbon animal fixe les sels métalliques, particulièrement ceux de plomb, comme l'a fait ressortir Chevallier; en revanche, il contient une énorme proportion de phosphates qui, peut-être, sont favorables à la vitalité des microorganismes dans l'eau après la filtration (F. de Chaumont). Pour la construction du filtre Maignen, dont il va être parlé, on a soin de débarrasser le charbon animal d'une part de ses phosphates, au moyen du lavage à l'acide chlorhydrique.



Fig. 20. — *Filtre à charbon* (d'après Nowak).

1. Le charbon dit *plastique* est, par ce fait même, d'un maniement facile. La figure 20 montre comment on fait des filtres très simples, composés d'un bloc de ce charbon dans lequel est implanté un tuyau flexible, d'une certaine longueur. Lorsqu'on veut s'en servir, on plonge le bloc de charbon dans un vase rempli d'eau; on aspire par l'extrémité libre du tuyau qu'il suffit ensuite d'abandonner sur le bord du vase pour avoir un écoulement continu.

2. Le filtre de Maignen, dit aussi « *filtre rapide* », et qui, effectivement, fonctionne avec quelque rapidité, tout en filtrant bien, est essentiellement un filtre à charbon.

Mais l'auteur (un Français qui opère en Angleterre) a su donner au charbon des formes et une association avantageuses, en même temps qu'il en assurait l'efficacité par l'adjonction de l'asbeste et qu'il trouvait moyen de restituer à l'eau filtrée l'air que le charbon lui enlève.

Les matières filtrantes sont : 1° l'asbeste; 2° une poudre noire d'une extrême ténuité, faite de chaux et de charbon (*powdered carbo-calcis*); 3° du charbon animal en grains du commerce ou, de préférence, lavé avec de l'acide chlorhydrique. On les emploie de la façon suivante, que les figures 21 à 25 feront saisir sans embarras.

Un vase cylindrique extérieur, ouvert par en haut, reçoit dans son calibre un autre vase plus large en haut qu'en bas et dont le fond est percé d'un trou. Entre le fond du second vase et celui du premier, il reste un espace vide constituant le

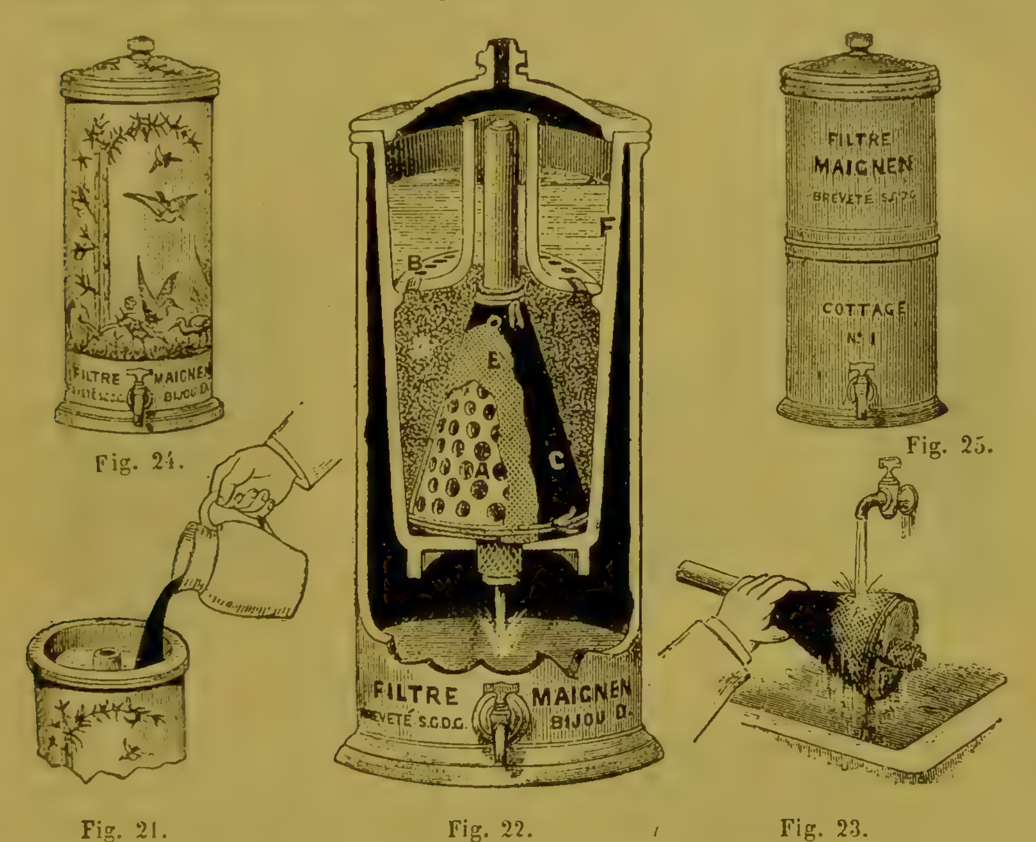


Fig. 24. Fig. 25.

Fig. 21. Fig. 22. Fig. 23.

Filtre rapide de Maignen.

réservoir d'eau pure et muni d'un robinet. D'autre part, un cône de porcelaine, creux et percé de trous (A) est engagé dans le vase intérieur et s'y fixe à frottement par un prolongement qui passe par le trou ménagé dans le fond de celui-ci. Ce cône de porcelaine est revêtu exactement d'une chemise d'amiante (E), fixée avec des cordes de même substance ; un manchon d'amiante recouvre aussi le prolongement inférieur de cette pièce et contribue à sa fixité dans le trou du récipient intérieur. On délaye, dans un vase quelconque rempli d'eau, un paquet de carbo-calcis en poudre (fourni avec l'appareil) et l'on verse ce mélange dans le filtre (fig. 21) par-dessus la chausse d'amiante, qui prend alors l'aspect figuré en C. L'eau passe, en effet, à travers le tissu d'amiante; mais la poudre de carbo-calcis reste à sa surface. C'est cette couche qui doit arrêter les impuretés les plus ténues. Enfin, on remplit l'espace autour du tissu d'amiante avec du charbon animal en grains (D); par-dessus on place l'opercule perforé B, surmonté d'un manche et qui porte le nom

de *déversoir*, et l'on verse en F l'eau à filtrer. Quand, enfin, on a mis le couvercle plein sur le cylindre extérieur, l'ensemble du filtre a l'aspect des figures 24 et 25, selon qu'on a ménagé ou non des agréments artistiques sur la terre dont il est fabriqué.

L'appareil peut fonctionner de trois à six mois, selon le degré d'impureté de l'eau. Pour le nettoyer, on retire successivement le carbo-calcis en grains et le châssis-filtre. On lave à grande eau (fig. 23) la surface du tissu d'amiante. On rince les autres parties du filtre; on le remonte avec du carbo-calcis en poudre et en grain, comme il est dit plus haut. On pourrait faire servir à nouveau les matières filtrantes vieilles en les calcinant dans un creuset après lavage; mais le charbon en grains ne coûte pas cher. A la rigueur, on filtrerait sur l'amiante sans carbo-calcis; seulement l'eau ne serait pas clarifiée et point débarrassée des impuretés en solution.

L'inventeur a, très heureusement d'ailleurs, modifié de cent façons la forme de son appareil sans en altérer le principe ni la constitution, pour l'adapter à des be-

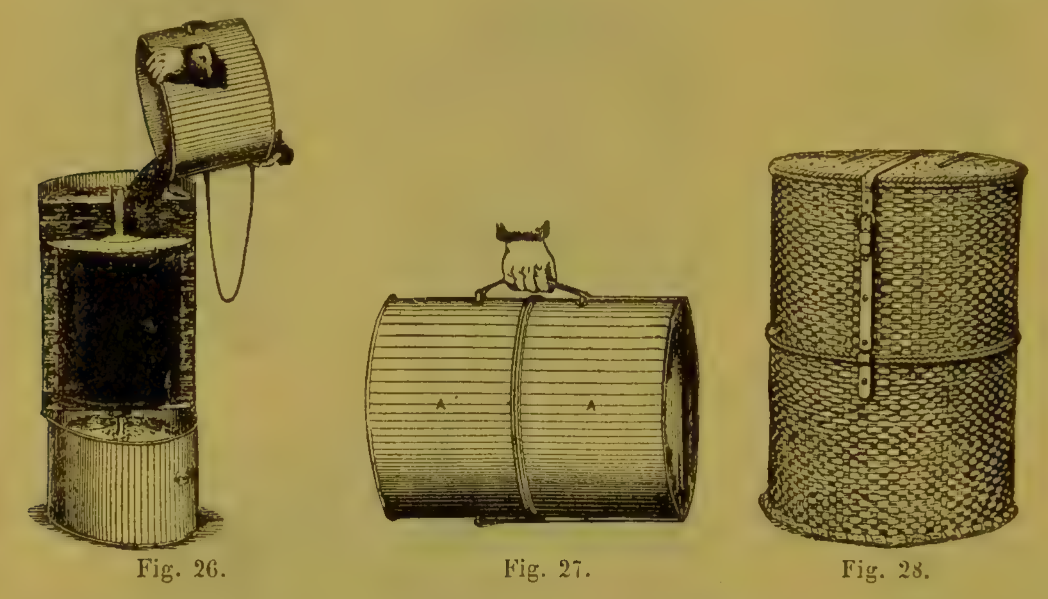


Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28.

Filtre à baquet (pour troupes en campagne).

soins divers, à ceux des groupes considérables et à ceux des individus. Nous signalerons spécialement le « *filtre de touriste* » et les « *filtres d'armée* ». Ces derniers se prêtent à être emboîtés dans des baquets et des paniers en osier, qui en rendent le transport facile (fig. 26 à 28).

Enfin, il existe des « filtres de poches » de très petites dimensions, 12 centimètres

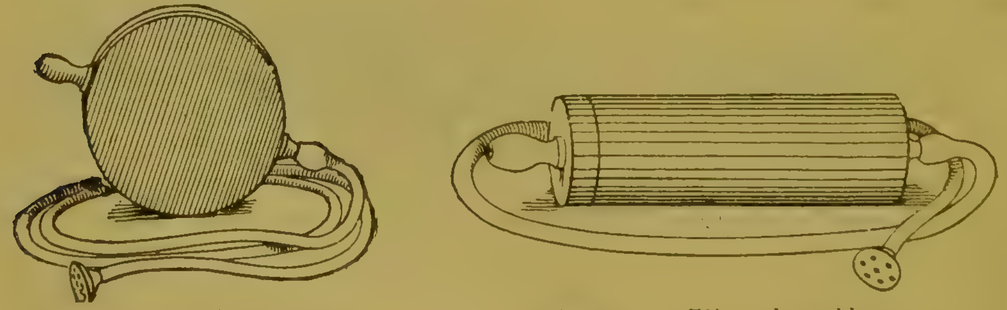


Fig. 29. — *Filtre-montre.* Fig. 30. — *Filtre de soldat.*

dans le plus grand sens, et pesant de 114 à 128 grammes, dits *filtres-montres* (fig. 29), *filtres de soldat* (fig. 30), destinés à compléter le bagage individuel. A vrai dire, le

soldat a déjà bien des objets à porter et à soigner. Ce qui nous fait craindre que le filtre inventé pour lui ne soit plutôt un ingénieux joujou qu'un appareil d'utilité positive.

Il suffit, apparemment, de jeter un coup d'œil sur les figures ci-jointes pour comprendre la manière d'utiliser ces filtres. La pomme d'arrosoir qui termine le tuyau flexible annexé à l'appareil est plongée dans l'eau impure; le buveur porte à ses lèvres l'embout placé au côté opposé et opère par succion.

Ainsi qu'il a été constaté, à Londres, par Chamberland et Vallin, et que nous le démontrons journellement dans notre laboratoire à la Faculté de médecine, le filtre Maignen, non seulement clarifie l'eau, mais fixe les sels dissous (l'eau perd la moitié de ses degrés hydrométriques en traversant le filtre) et décompose ou retient les matières organiques. Une expérience assez élégante consiste à additionner un verre d'eau de quelques gouttes d'une urine légèrement fermentée; on fait voir aux assistants que cette eau décolore instantanément une solution faible de permanganate de potasse, versée goutte à goutte dans le mélange. On fait passer cette eau par le filtre et, en répétant l'essai par le permanganate, on met en évidence la persistance de la coloration rosée dès les premières gouttes du réactif. Le filtre Maignen dépouille le vin rouge de sa couleur et des deux tiers de son alcool.

En ce qui concerne les microorganismes, « la couche de poudre impalpable qui se dépose à la surface externe de l'amiante paraît capable de retenir les éléments morphologiques les plus fins, et l'on prétend qu'un des assistants du professeur Frankland se serait assuré que ce filtre ne laissait pas passer les microbes contenus dans un liquide en pleine putréfaction. » (Vallin). L'inventeur lui-même, à côté du nom du Dr Hodgkinson (l'assistant cité plus haut), place celui de Denayer, de Bruxelles, qui aurait aussi prouvé par l'analyse microscopique que les vibrions les plus petits ne passent pas avec l'eau filtrée.

3. *Filtre au papier carboné.* — On voyait à l'*Exposition de Londres* (1884) un filtre formé d'une feuille de carton comprimé entre deux disques de bronze. La pâte à papier, dont on avait fabriqué ce carton, était mélangée de 10 à 20 p. 100 de charbon animal, débarrassé de son phosphate. La face interne de chaque plaque de métal était rayée de cercles concentriques en creux, coupés par un trait de lime suivant le diamètre du disque. Par la juxtaposition des deux plaques, cette raie rectiligne formait un canal collecteur de toutes les rigoles circulaires. A l'une des extrémités de ce canal aboutissait la conduite d'eau à filtrer; de l'autre partait le robinet d'eau pure. Ce filtre décrit et loué par Vallin, exige une pression de plusieurs atmosphères. Il fonctionne bien et efficacement. Il a l'avantage de pouvoir se nettoyer avec une grande facilité, en remplaçant, tous les jours si l'on veut, le papier qui a servi par un papier neuf. On peut réunir en un seul appareil plusieurs de ces disques filtrants.

Filtres en porcelaine poreuse. — Ces appareils sont une application du procédé employé par Pasteur pour débarrasser certains liquides des bactéries qui en sont les agents virulents (bacilles du charbon, de la septicémie). L'illustre savant faisait passer ces liquides par aspiration à travers les parois d'un tube en porcelaine dégourdie; les pores de celle-ci retiennent tous les microbes et le liquide filtré peut être impunément inoculé à des animaux.

1. *Filtre Chamberland.* — Dans son essence, le filtre Chamberland (fig. 31) est une *bougie* creuse de porcelaine dégourdie, fermée partout sauf à son extrémité inférieure effilée. Cette bougie (A) est introduite de bas en haut, à frottement et avec fermeture hermétique par un écrou C, dans un tube métallique D où l'eau est amenée, en E, par un tuyau dépendant de la distribution municipale et vissé sur le tube. L'eau ne peut sortir par l'orifice B qu'en traversant de dehors en dedans les parois de la bougie. Les matières impures sont arrêtées sur la surface extérieure de celle-ci.

Pour la nettoyer, on l'extrait du tube de métal; on la brosse pour enlever le sédiment; au besoin, on peut la passer au feu ou tout au moins dans l'eau bouillante. Les pores de la porcelaine s'obstruent d'autant plus vite que la pression est plus forte (Hesse); aussi évite-t-on aujourd'hui de dépasser 2 atmosphères.

En pratique, on réunit un nombre plus ou moins considérable de bougies qui fonctionnent simultanément. La figure 32 représente un de ces assemblages.

Les premiers appareils construits supposaient le raccordement à une distribution

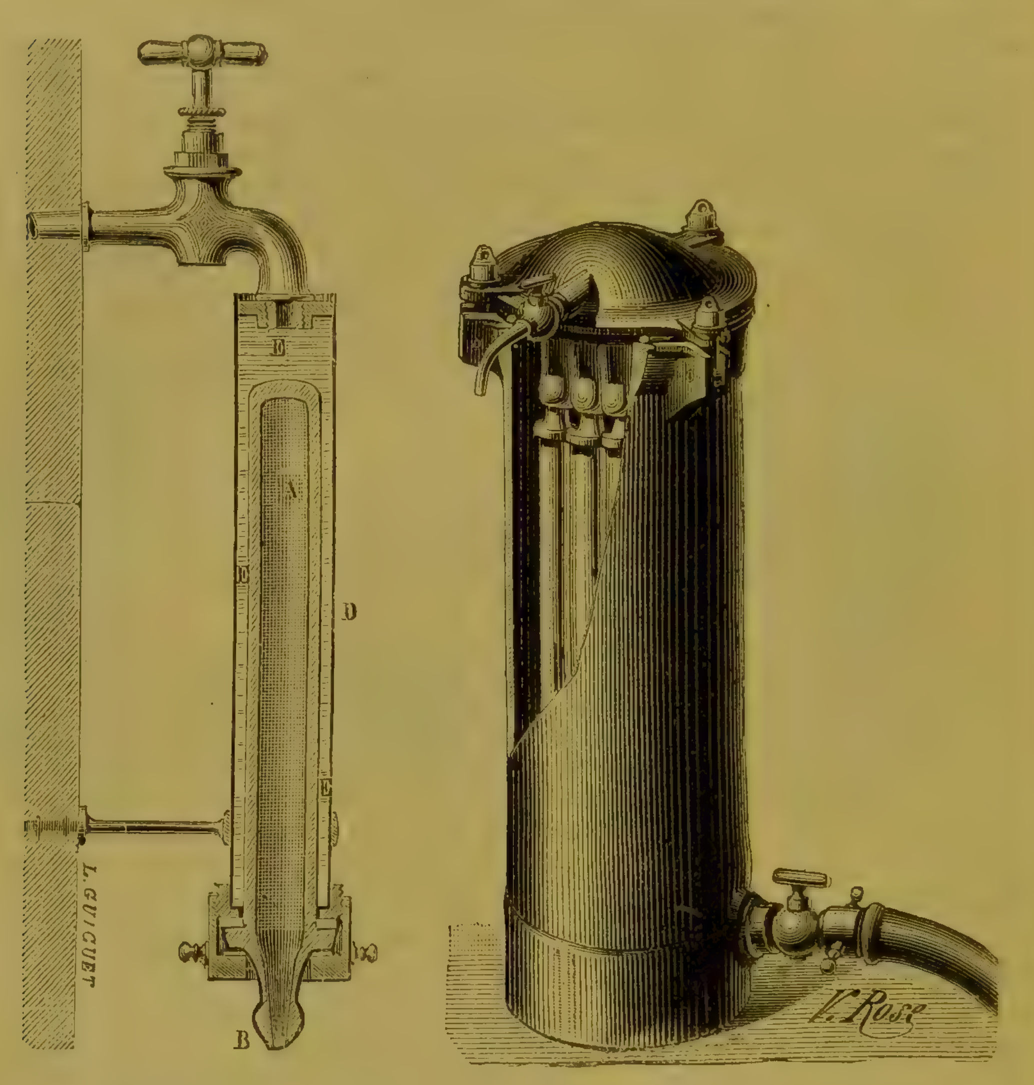


Fig. 31. — *Filtre Chamberland : Filtre simple.*

Fig. 32. — *Filtre Chamberland : Filtre multiple.*

d'eau faite sous une certaine pression, au moins 2 atmosphères. On ne tarda pas à remarquer que cette condition rendrait bien souvent le filtre Chamberland inutilisable ; il fallait en trouver un qui fonctionnât *sans pression*. D'autre part, il convenait d'éviter le plus possible les cylindres, écrans, armatures, etc., métalliques, qui laissent toujours quelque arrière-pensée sur l'innocuité absolue de l'eau. On est arrivé assez aisément à substituer le grès, la faïence, la fonte émaillée, le caoutchouc aux métaux. Pour réaliser le filtre sans pression, l'on s'est servi d'une porcelaine moins dure et l'on a utilisé le principe de l'écoulement continu par les siphons amorcés. La figure 33 donne la démonstration de ce mécanisme à la simple vue et d'une façon schématique.

L'eau impure B pénètre *par infiltration*, dans les bougies A, A, A. A ce moment, on remplit d'eau le tube amorceur en H et on le fixe en E au tube D. L'eau du tube amorceur s'écoule par le tube T et détermine une aspiration qui entraîne l'eau pure des bougies dans le collecteur C et dans le tube D. Le siphon ainsi établi donne un écoulement continu.

Chamberland a trouvé, dans l'application, un mode de construction assez élégant, que l'on aperçoit dans la figure 34. « Les bougies sont adaptées à un collecteur en couronne ou autrement; le tube d'écoulement s'ouvre *dans la paroi du récipient*, qu'il suffit de remplir pour que l'amorçage du siphon se produise automatiquement.

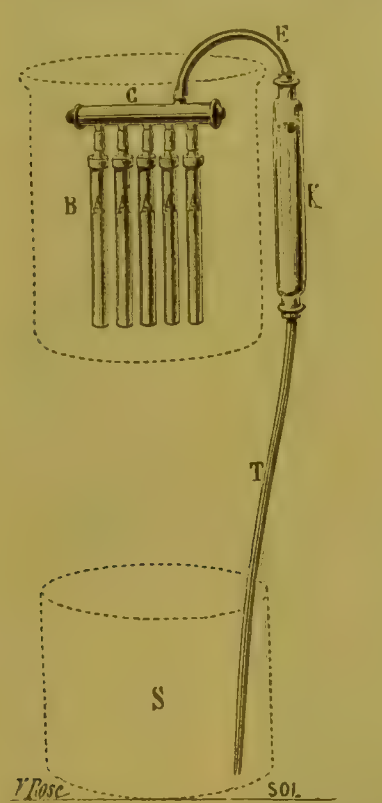
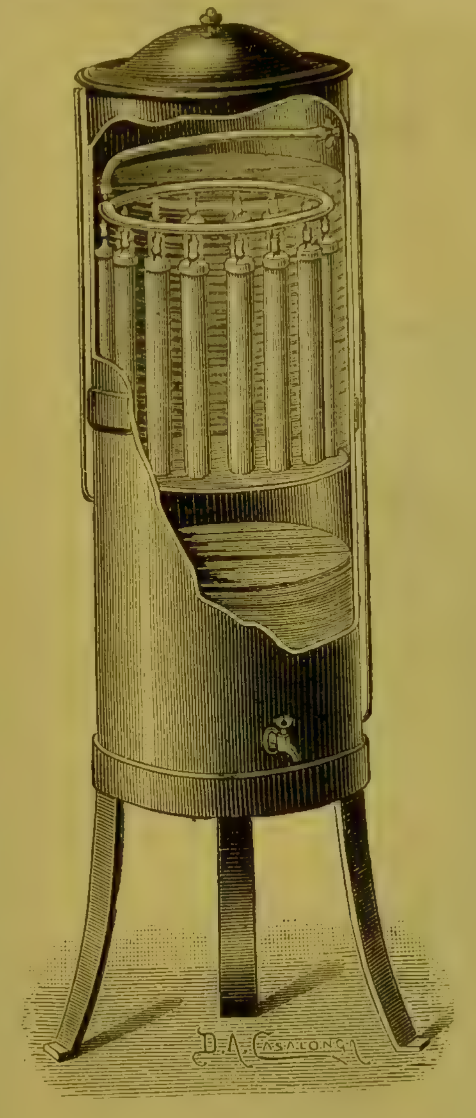


Fig. 33. — *Filtre sans pression à 5 bougies, avec flacon amorceur.*


Fig. 34. — *Filtre de ménage.*

Il est clair, d'ailleurs, qu'à l'aide de modifications convenables de forme, de matière, de disposition des assemblages de bougies filtrantes, on a pu adapter le filtre Chamberland, tantôt aux besoins des groupes considérables, tantôt à ceux des armées en campagne, c'est-à-dire qu'on a construit des appareils transportables, susceptibles d'être installés sur un brancard, sur une voiture, etc.

Le filtre « en biscuit » de porcelaine donne incontestablement des résultats parfaits au point de vue de la séparation des germes de l'eau, c'est-à-dire qu'*il la stérilise*. Il stériliserait même tout autre liquide, comme l'ont démontré Miquel, H. Fol et L. Dunant; du vin, du bouillon, par exemple, à la condition qu'il n'existe aucune fêlure dans la porcelaine. Aussi convient-il de vérifier les bougies et de rejeter celles

qui présentent des défauts (H. Fol et Dunant), ce qui se pratique aujourd'hui chez le fabricant et chez l'inventeur. Toutefois, il ne faut pas confondre, fait remarquer Chamberland, le trouble que produit parfois, dans des liquides filtrés, la précipitation des matières protéiques avec le trouble qui résulte de la pullulation des germes. Il est à noter aussi qu'en laissant en contact avec l'intérieur des bougies

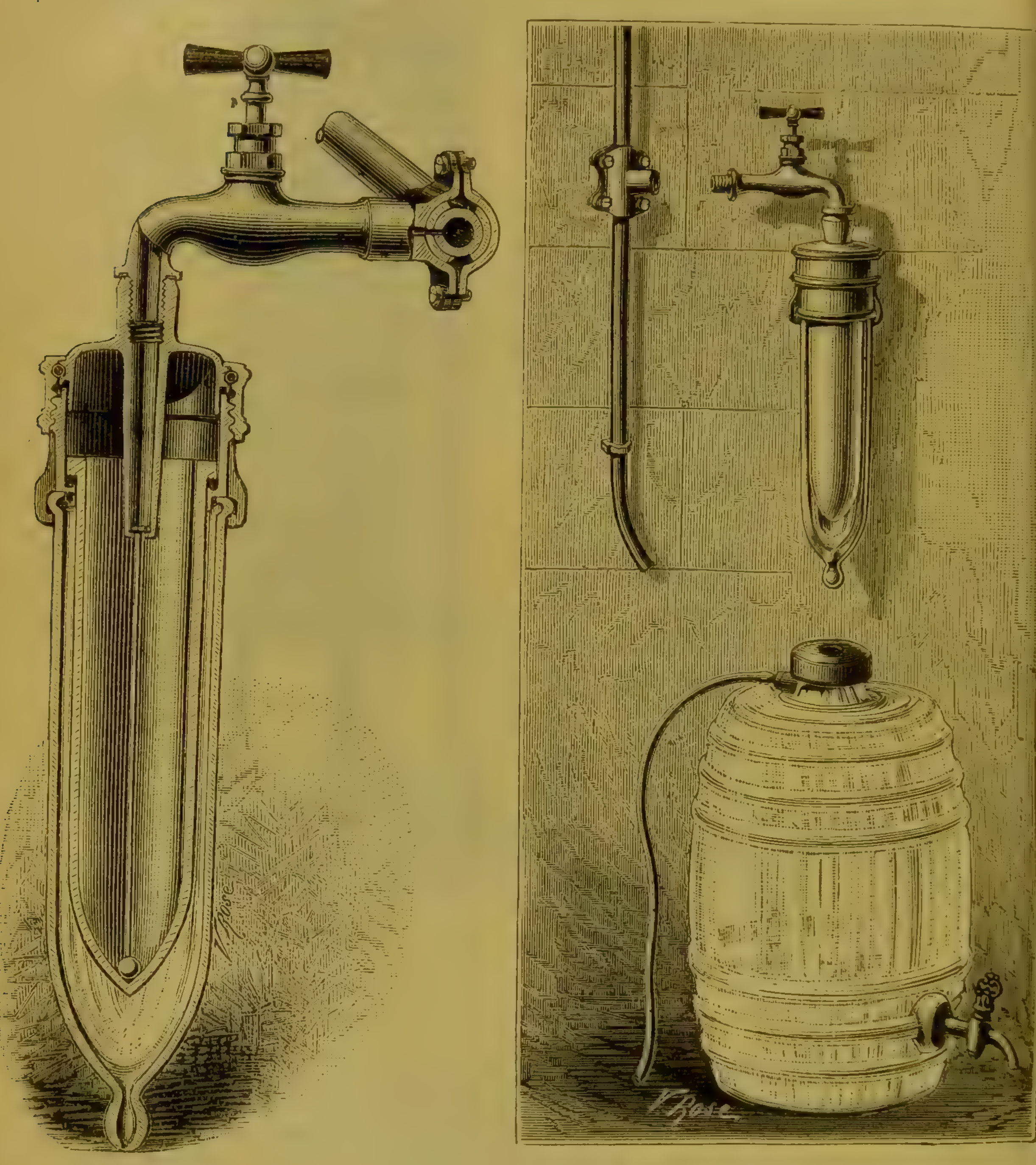


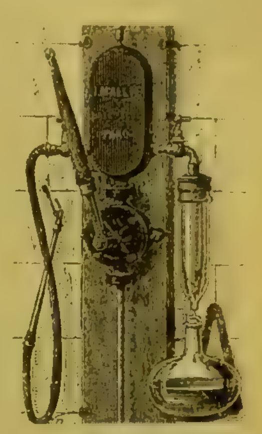
Fig. 35. — *Aéri-filtre Mallié.*

un liquide très putride, comme l'urine altérée ou la matière fécale délayée, des filaments mycéliens finissent par s'introduire dans les pores de la porcelaine et traverser la paroi. Ce qui répond, en partie, aux objections formulées par Galippe. D'ailleurs, les eaux auxquelles on a recours pour la boisson ne se rapprochent jamais d'une impureté pareille et on ne les laisse pas séjourner dans les filtres. Sui-

vant Hesse, les filtres de porcelaine qui ont donné de l'eau stérilisée pendant quinze jours la donneront telle indéfiniment.

La porcelaine poreuse, naturellement, n'agit en aucune façon sur les matières dissoutes dans l'eau et ne retient, par conséquent, point les sels toxiques, les ptomaïnes, les matières albuminoïdes banales.

2. *Aéri-filtre Mallié.* — Cet appareil semble n'être qu'une variante du précédent. Il filtre de même avec la *porcelaine brute;* seulement, le passage se fait de dedans en dehors. Comme le montre la figure 35, la bougie de porcelaine est remplacée par un cône renversé, disposé à l'intérieur d'un récipient en verre épais, terminé par un téton, d'où l'eau doit être conduite par un tuyau fermé dans les vases destinés à la recevoir et non point tomber goutte à goutte dans l'air extérieur, ainsi qu'on le voit dans la figure, sous peine de reprendre les germes dont on veut précisément la débarrasser. Cet appareil fonctionne sous pression; on doit donc y adapter une pompe aspirante et foulante (fig. 36) capable de comprimer 4 à 5 atmosphères dans un *accumulateur*, lorsqu'on ne dispose pas de la *pression de la distribution municipale.*


Fig. 36. — *Filtre avec l'accumulateur-pompe.*

Le double nom de ce filtre est légitimé par son intention d'*aérer* l'eau en même temps qu'il la *purifie* de ses molécules en suspension. L'aération est censée se réaliser au moyen d'une provision d'air comprimé, emprisonné sous le chapeau qui recouvre la partie supérieure du cône filtrant. Au fond, cet air forme surtout un coussin destiné à amortir les coups de bélier qui se produisent communément dans les tuyaux de conduite des distributions urbaines et sont bien faits pour briser le cône de porcelaine. L'enveloppe de verre se prête aussi à suivre le fonctionnement et à reconnaître les fêlures; dans le cas où la pointe du cône filtrant se détacherait, la *tige* qui repose sur le fond de celui-ci, en s'abaissant, fermerait une *soupape* placée à l'ajutage d'arrivée, de manière à prévenir une inondation; — la pression de l'eau elle-même forme le joint, disposition originale qui facilite le démontage rapide de l'appareil pour le nettoyage.

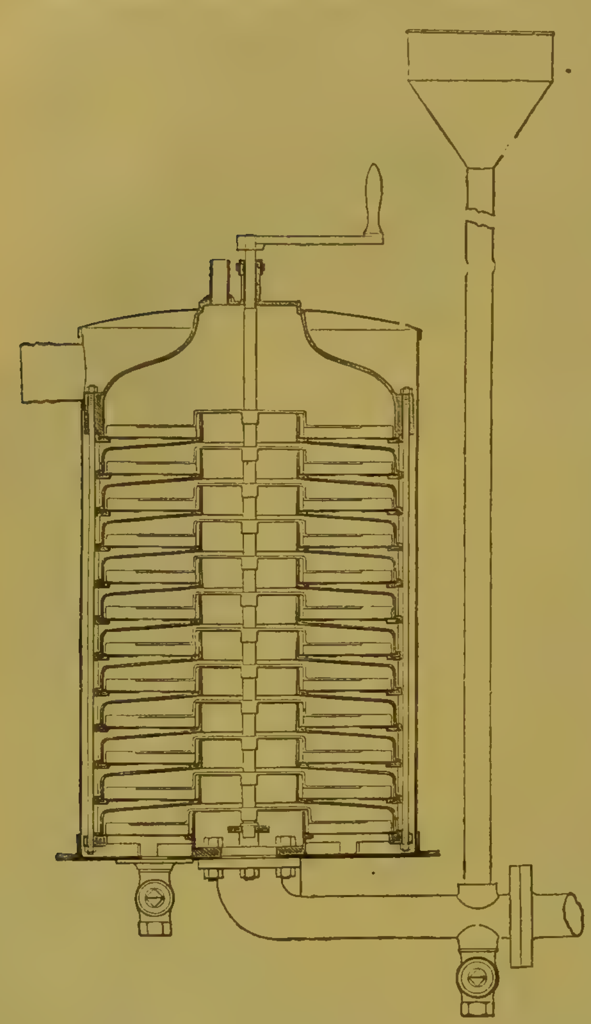
On peut, comme pour le précédent, réunir plusieurs filtres simples en *batterie*, pour collèges, hôpitaux, etc.

L'efficacité de ce filtre, au point de vue de la séparation des matières organiques en suspension dans l'eau (des germes, par conséquent), a été reconnue par Ch. Girard.

Filtres à l'amiante. — En réduisant l'amiante en bouillie ou en confectionnant des tissus de cette substance, on obtient une matière filtrante douée du précieux avantage de pouvoir être, au moment voulu, purifiée par calcination. Nous avons déjà vu qu'une chausse d'amiante constitue le dernier élément filtrant des appareils Maignen. Le *papier carboné*, dont il a été question plus haut, a été remplacé par un tissu d'asbeste dans les disques filtrants à l'aide desquels Miquel stérilise certains liquides. Mais c'est surtout en Allemagne, grâce aux efforts de W. Hesse, et probablement pour ne pas accepter simplement la porcelaine, qu'avaient choisie les Français, que l'on s'est efforcé d'obtenir avec l'asbeste des filtres réalisant la séparation de toutes les impuretés « mécaniques », comme dit Hesse, notamment de tous les microorganismes.

1. *Filtre rapide de Piefke.* — Ce filtre a été construit par Arnold et Schirmer sur les indications de Piefke, directeur des eaux de Berlin. Nous l'avons décrit na-

guère dans les termes suivants : « C'est un ensemble de compartiments filtrants, superposés et renfermés dans un récipient cylindrique commun; l'eau filtre de bas en haut et se collectionne à la partie supérieure du cylindre. La matière filtrante est la cellulose préparée et l'asbeste à l'état de bouillie ou bien sous forme de disques obtenus par compression. Elle est déposée sur des plaques de tôle criblées de trous et recouvertes d'une toile métallique très légère, en cuivre étamé. » Le nettoyage s'en fait d'une façon très énergique au moyen de bras disposés par paires, correspondant à chaque compartiment filtrant, portés par une tige centrale verticale, qu'une manivelle placée au-dessus du couvercle permet de mouvoir sur son axe (fig. 37). Ces bras ou ailettes raclent les impuretés déposées par l'eau et, en même temps, la bouillie filtrante, brassent le tout avec l'eau de l'intérieur et obligent le mélange à passer à travers le tamis du fond pour être extrait par le bas du cylindre, au moyen d'un robinet ménagé à cet effet. Quand la bouillie d'asbeste est suffisamment lavée, on la fait repasser par l'entonnoir d'amenée, comme on a fait d'ailleurs pour mettre le filtre en fonctions; elle se dépose en couche mince sur la gaze métallique de chaque chambre filtrante. Le couvercle du cylindre porte un orifice d'échappement de l'air.


Fig. 37. — *Filtre rapide de Piefke.*

On modifie, selon les cas, la disposition de cet appareil. Hesse ne le regarde pas comme parfait, puisqu'il le range parmi les filtres ordinaires et propose de l'employer à filtrer d'abord, pour la débarrasser des plus grosses impuretés, l'eau que l'on veut ensuite faire passer par un filtre impénétrable aux microorganismes.

Il suffit d'une faible pression pour obtenir de cet appareil des résultats satisfaisants.

L'asbeste semble à W. Hesse généralement supérieur aux tubes de porcelaine (quoique les Allemands et Hesse lui-même, associé à K. Möller, s'efforcent d'imiter les filtres Chamberland). Cette substance en raison de son inaltérabilité et de son faible poids se prête bien à la confection des filtres de voyage.

2. *Filtre à micro-membrane*, de Breyer. — Ce filtre est construit avec une bouillie d'amiante que l'on étend sur une toile métallique recouverte de tulle, qui est ensuite, après dessiccation, enchâssée dans un cadre de cuivre, à l'aide d'un vernis à la laque. Ce sont là les plaques, « lamelles » ou micro-membranes, qui forment à proprement parler le filtre de Breyer. On conçoit qu'elles puissent être agencées de diverses façons, remplacées quand elles paraissent salies, etc. L'inventeur perfectionne tous

les jours la fabrication de cet engin, dont la complication et la fragilité ont inspiré à Vallin quelque défiance. Weichselbaum (de Vienne, comme Breyer aussi) a publié des expériences desquelles il faudrait conclure que la stérilisation de l'eau est parfaite après le passage par le filtre de son compatriote. Les épreuves auxquelles, plus tard, Buchner a soumis l'appareil semblent avoir été un peu moins favorables, puisqu'il échappa 1 germe sur 370 et même 1 sur 284 à la filtration.

L'un des points essentiels, dans la construction des filtres, est qu'ils soient faciles à nettoyer et qu'au besoin on puisse remplacer entièrement la substance filtrante. Il est reconnu, en effet (Kühne, Wolffhügel, Frankland), que les filtres employés pour les usages domestiques deviennent de véritables foyers de végétation pour les microorganismes, une fois qu'ils ont fonctionné pendant quelque temps et qu'ils ne peuvent plus alors que souiller l'eau qui les traverse.

Pour des situations urgentes, l'ingéniosité individuelle arrive à improviser des filtres assez bons que nous croyons devoir mentionner. Le professeur Champouillon, dans ses cours, donnait le conseil suivant applicable à une colonne militaire en expédition. On prend quelques fûts vides, de ceux qui ont contenu des boissons alcooliques ; l'un des fonds du tonneau est enlevé, l'autre percé de trous à la vrille ; le fût étant debout, le côté ouvert en haut, on répand sur le fond criblé du gravier, du sable, mêlé aux braises des feux de bivouac, jusqu'à une hauteur de 20 à 25 centimètres ; le tonneau est alors introduit dans le ruisseau voisin, dans une mare même, de telle sorte que le bord libre émerge suffisamment hors de l'eau ; il ne tarde pas à se remplir par filtration de dehors en dedans, à la façon des bouteilles-filtres. Un autre médecin militaire a montré à sa troupe, en Algérie, à faire de petites galeries filtrantes à ciel ouvert en creusant dans le sable du bord des rivières africaines des rigoles perpendiculaires au courant : de ces rigoles, les unes communiquent avec le ruisseau ; les autres, intermédiaires aux premières, ne s'ouvrent pas sur le courant. L'eau filtre à travers le sable, des rigoles pleines aux rigoles vides. Il est probable que ce médecin avait vu les Arabes recueillir l'eau du sous-sol en creusant, avec un bâton, un trou en entonnoir dans le sable des Oueds, à sec en été.

L'*Instruction du Conseil de santé de l'armée* du 12 septembre 1881 recommande encore, pour une filtration *rapide*, la *chausse* des pharmaciens, une couverture de laine, l'éponge (sous réserve de fréquents nettoyages).

De très remarquables expériences de Frankland, relevées par Vallin, prouvent aussi qu'à défaut de récipients et de filtres construits exprès, on peut obtenir une purification très satisfaisante par *projection dans l'eau de la matière filtrante pulvérisée et agitation* de quinze minutes. En agissant de cette façon sur une eau très impure (urineuse), Frankland a noté les résultats ci-dessous, obtenus par l'ensemencement d'une parcelle de la couche supérieure du liquide, clarifié par précipitation du dépôt.

Nombre de colonies par centimètre cube d'eau, avant *et* après *agitation avec la matière pulvérisée.*

	Avant.	Après.
Fer spongieux	609	63
Craie	8,325	274
Charbon animal	8,325	60
Coke pulvérisé	innombrables.	0
Kaolin	—	effet nul.
Brique pulvérisée	—	—
Eau de chaux et soude	182	4

On remarque l'effet si complet de la poudre de coke, supérieur même au charbon animal.

Finalement, il est possible d'obtenir par la filtration la parfaite innocuité de l'eau et nous croyons que cette correction est supérieure à toutes les autres. Mais il faut convenir, avec Vallin et Plagge, qu'au-dessus de tous les filtres possibles, ce qu'il y a encore de mieux, c'est une bonne canalisation centrale d'eau de source.

Bibliographie. — Bischof (G.) : *Untersuchung über den Eisenschwamm und die Thierkohle als Reinigungsmittel für Wasser* (Zeitschrift für Biologie, XIV, 1878). — Nichols (W. R.) : *On the filtration of Potable Water.* New-York, 1879. — Denton (J.-Bailey) : *House Sanitation. Water Supply and Domestic filtration.* London, 1879. — Gill (H.) und Fölsch (A.) : *Gutachten über das Projekt der Filtration zur Hamburger Stadtwasserkunst,* 1881. — Piefke (C.) : *Mittheilungen über natürliche und künstliche Sandfiltration.* Berlin, 1881). — Martin (A. J.) : *L'Exposition internationale médicale et sanitaire de Londres* (Revue d'Hygiène, III, p. 863, 1881). — Strohl (E.) et Bernou (E.) : *Procédé pour rendre potables les eaux magnésiennes et séléniteuses* (Annales d'Hygiène publ., 3e série, VI, p. 481, 1881. — Conseil de santé des armées : *Instruction au sujet des moyens à employer pour corriger l'insalubrité de l'eau à boire en campagne,* etc. (Bulletin de la médecine et de la pharmacie militaires, p. 951, 1881). — Vallin (E.) : *Les filtres à l'Exposition d'hygiène de Londres* (Revue d'hygiène, VI, p. 595, 1884). — Miquel (L.) : *De la stérilisation des eaux potables par la chaleur* (Semaine médicale, 31 juillet 1884). — Galippe : *De l'emploi des filtres en terre poreuse pour la stérilisation à froid des liquides organiques* (Semaine médicale, p. 54, 1885). — Frankland (L. F.): *The removal of micro-organisms from water* (Proceedings of the Royal Society, no 238, 1885). — Mallié (J.) : *L'aérifiltre antimicrobes* (Journal d'hygiène, 21 mai 1885). — Fol (Hermann) et Dunant (Louis) : *Effet d'un repos prolongé et filtrage par la porcelaine sur la pureté de l'eau* (Revue d'hygiène, VII, p. 183, 1885). — Miquel (L.) : *Rapport sur le filtre Chamberland* (Revue d'hygiène, VII, p. 536, 1885). — Vallin (E.) : *La filtration des microbes* (Rev. d'hyg., VIII, p. 506, 1886). — Hesse (W.) : *Ueber Wasserfiltration* (Zeitschr. für Hygiene, I, p. 183, 1886). — Richard (E.) : *L'Exposition d'hygiène urbaine* (Rev. d'hyg., VIII, p. 369, 1886). — Buchner (H.) : *Ein Gutachten über die Breyer'schen Mikromembranfilter* (Gesundheits-Ingenieur, 15 mai 1886). — Renk (Friedr.) : *Das Breyer'sche Mikromembranfilter* (Gesundheits-Ingenieur, juillet, 1886). — *Mittheilungen von der wissenschaftlichen Austellung der* 59. *Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte* (Gesundheits-Ingenieur, no 20-22, 1886). — Albrecht (H.) : *Wasserversorgung* (Bericht über die Allgemeine deutsche Austellung auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungswesens. Berlin, 1883, t. III, Breslau, 1886).

5° Approvisionnement d'eau.

Approvisionner d'eau un groupe humain, c'est assurer l'existence, à portée de ce groupe, d'une collection aqueuse où l'eau s'amasse soit en vertu des forces naturelles, soit en aidant celles-ci du secours de l'art. De cette collection, l'eau est amenée régulièrement jusqu'aux consommateurs;

ou bien ceux-ci doivent aller y puiser par intermittences. Les réservoirs que l'on peut ménager dans les habitations ne constituent pas l'*approvisionnement d'eau*, ou n'en sont qu'un détail. Même chez les marins, c'est aux *aiguades* qu'est l'approvisionnement d'eau, plus que dans les barriques ou les caisses qui voyagent sur le navire.

Le problème à résoudre est double. D'une part, il faut procurer au groupe intéressé une eau *abondante* et *pure;* d'autre part, cette eau doit lui être *distribuée* de la manière la plus commode, avec toutes les garanties d'innocuité et, toutefois, sans excéder les ressources des administrations. D'où les questions suivantes à étudier: *Nature et étendue des besoins* (quantité de l'approvisionnement); *provenance de l'eau* (qualité); *travaux de collectionnement et de distribution*.

I. **Nature et étendue des besoins.** — Sans se préoccuper encore des oscillations obligées dans la consommation, on peut répartir de la façon suivante les circonstances dans lesquelles l'eau est nécessaire.

a. Besoins de la maison. — Boisson, cuisson des aliments, lessivage, soins de toilette, bains, cabinets d'aisances, arrosage de jardins, boisson des animaux, nettoyage des écuries, voitures, chevaux, etc.

b. Besoins de la rue et du groupe d'habitations. — Arrosage des rues et des jardins publics, fontaines publiques, incendies.

c. Besoins de l'industrie.

Un grand nombre d'hygiénistes se sont exercés à calculer les chiffres qui correspondent à ces divers besoins. Suivant Bürkli, ceux du premier ordre réclament 35 p. 100 de l'eau à fournir; ceux du second, 45 p. 100; l'industrie, 20 p. 100. Parkes fait l'addition ci-dessous, rapportée à un adulte et à un jour moyen :

	Litres.
Boisson	1,5
Cuisson des aliments	3,5
Soins de toilette corporelle	22,5
Entretien de la maison et des ustensiles	13,5
Lessivage	13,5
Bain (une fois par semaine)	18
Water-closets	27
Gaspillage inévitable	12,5
Total	112

Avec une prévision de 22^{lit},5 par jour pour les animaux et autant pour l'industrie, on arrive au chiffre moyen de 157 litres par habitant. Bürkli demandait pour Zurich 190 litres, estimant à 40 litres par individu les besoins de l'industrie, à 27 ceux de la propreté des rues, à 60 litres l'eau nécessaire à l'alimentation des fontaines publiques.

La réflexion de Salbach, qui estime que le taux de l'eau de distribution doit s'élever avec le chiffre de la population, nous paraît fort juste; si les villes de 2,000 à 5,000 habitants ont 100 litres par tête, il faut bien en donner 120 à celles qui comptent plus de 5,000 âmes et 150 à 200 litres aux capitales. « Il faut trop d'eau pour qu'il y en ait assez, » a dit Foucher de Careil. Le témoignage peut être invoqué de temps en temps; mais le mot n'est point d'une application indéfinie. L'eau

coûte à faire entrer et aussi à faire sortir ; toutes les villes ne sont pas prêtes à évacuer dans de bonnes conditions des torrents d'eau. Au fond, il y a presque toujours beaucoup de gaspillage ; les maisons abonnées à l'année usent plus d'eau (proportionnellement) que celles qui ont un compteur. A Berlin, où la consommation est contrôlée, il se dépense par jour et par habitant 80 litres d'eau ; à Francfort-s.-M., où elle ne l'est pas, la dépense est de 138 litres, sans que l'on remarque que cette ville l'emporte sur la première au point de vue de la propreté. Breslau, avec contrôle, consomme 81 litres; Dusseldorf, sans contrôle, 157 litres (Gill et Fölsch, Schmick, Grohmann). A Londres et à Hambourg, l'eau est encore distribuée à domicile d'une façon intermittente, au moins dans certains quartiers; on est donc obligé d'avoir à la maison un réservoir trop grand pour l'être assez; or, quand vient le moment de recevoir l'eau fraîche, les habitants ont soin d'évacuer à l'égout la portion de celle de la veille qui restait dans le récipient.

Le tableau ci-après, emprunté à Kœnig et Poppe, ne comporte pas de moyenne, mais fait comprendre que la moyenne s'élève quand la ville possède des usines, des jardins particuliers ou publics.

Décomposition de la dépense d'eau.

	Une personne par jour.	Un cheval ou l'équivalent, par jour.	Lavage d'une voiture à deux roues.	Lavage d'une voiture à quatre roues.	Pour un bain.	Machine à vapeur par cheval et par heure.		Arrosage d'une surface de 100 mètres carrés.	
						Machine à haute pression.	Machine à condensation.	Les rues, une fois par jour.	Jardins et avenues, par an.
Dépense en litres.	25	75	40	70	300	35	800	100	50.800

D'autre part, les jours de la semaine, ni même les heures du jour, ne se ressemblent sous le rapport de la consommation d'eau. C'est généralement le samedi qui en use le plus, et le dimanche le moins. Le jour en coûte plus que la nuit; les 65 centièmes de la dépense se rapportent à l'intervalle entre 8 heures du matin et 6 heures du soir; les *maxima* sont de 11 heures à midi et de 3 heures à 4 heures. Les mois de juin-juillet dépassent notablement la moyenne, tandis que janvier-février restent au-dessous (Kœnig et Poppe). De telle sorte que, pour les administrations comme pour l'hygiène, il convient d'envisager plutôt la *quantité disponible* que la quantité moyenne distribuée.

Selon Kœnig et Poppe, 150 à 170 litres par jour et par habitant doivent suffire à la plupart des villes d'Allemagne. Bürkli demande de 135 à 189 litres et 200 à 270, s'il doit y avoir une large flottaison des immondices.

D'après l'ingénieur Grahn, 128 villes anglaises reçoivent une moyenne de 142 litres par tête et par jour, mais dans les villes à water-closets, la quantité disponible varie de 180 à 340 litres; à Southampton (54,000 habitants), elle est de 252 litres. Dans 80 villes allemandes qui jouissent d'une distribution d'eau, la quantité disponible est en moyenne de 179 litres, mais

la quantité distribuée varie de 41 à 163 litres; en moyenne, elle est de 63 litres. En France, Dijon dispose de 150 litres; Toulouse de 160; Marseille de 500; Lille de 100 litres, et peut en avoir le double; Paris de 200 litres, et se propose d'en avoir 250 (520,000 mètres cubes pour 2,220,000 habitants). Les villes américaines, New-York spécialement, ont des approvisionnements énormes, 300 à 400 litres par habitant; moins, sans doute, pour les besoins actuels, qu'en prévision de l'extension rapide des cités, que l'expérience a surabondamment fait ressortir. C'est parfois une préoccupation qu'il convient d'avoir en Europe.

Les villes qui n'ont pas de water-closets et ne pratiquent point la vidange à l'égout ont autant besoin d'eau que les autres. Lille en est un exemple. Ces villes-là, d'ordinaire, ont un réseau d'égouts fort incomplet et les canaux qui existent sont mal construits, par conséquent réclament un énergique lavage. Quant aux rues où ils manquent tout à fait, les ruisseaux où languissent et se putréfient les eaux ménagères y sont lamentables, si l'on n'y fait passer un flot d'eau. En général, la surface à laver, dans ces conditions, est plus étendue que ne serait celle de la paroi de l'égout.

Rendement de la collection d'approvisionnement. — Il importe que les ingénieurs, avant d'établir la distribution d'eau, se soient rendu compte de la quantité que pourra en fournir la source ou la collection qui va être exploitée. Quand il s'agit de sources jaillissantes ou de cours d'eau, le débit en est, d'ordinaire, vulgairement connu. Il est facile, d'ailleurs, d'évaluer le débit d'une source en recevant son eau dans un réservoir de capacité connue et en observant le temps qu'elle met à le remplir : $Q = \frac{V}{T}$. Pour les cours d'eau, on apprécie la vitesse au moyen du *flotteur*, de la roue hydraulique, etc.; on la multiplie par la surface de section du courant et l'on divise par le temps qu'a duré l'observation. Le rendement de la nappe souterraine s'évalue en épuisant partiellement un puits; on mesure à la fois la quantité extraite et celle que représente la dépression obtenue dans le niveau du puits; la différence (en faveur de la première) exprime le rendement du puits pendant le temps de l'opération.

Mais il convient d'aller plus loin encore, quand il s'agit d'emprunter pour une ville la nappe souterraine ou les sources d'une région. On doit avoir, à l'aide de forages de puits instantanés, déterminé la puissance, la perméabilité et la pente de la couche aquifère, la vitesse de déplacement du courant souterrain. Il faut avoir précisé l'orographie de la contrée et en connaître la météorologie, non seulement par les moyennes, mais aussi en ce qui concerne les oscillations. Ce n'est pas uniquement la moyenne annuelle de la quantité d'eau tombée qui décide de la convenance des sources choisies; c'est aussi le *régime* des pluies. De celui-ci, en effet, dépend l'invariabilité du tribut des sources. Étant données la surface de terrain qui se draine dans la même direction, la moyenne ombrométrique de la contrée et la moyenne de l'évaporation, on peut calculer à peu près la quantité d'eau qui s'emmaganise, chaque année, dans la zone mise à contribution. Mais la restitution de l'eau empruntée est plus ou moins régulière selon la

répartition des pluies sur chaque saison et chaque année. Thiem a calculé qu'il faut, à raison de 780 millimètres d'eau tombée par an, 3,250 hectares de terrain pour fournir 150 litres d'eau par jour et par tête à une ville de 300,000 habitants (comme Munich). Une épaisseur de 8 à 12 mètres de la couche aquifère est une bonne condition.

Le tribut de la nappe souterraine a baissé dans la proportion de 3 à 2, à Danzig, depuis l'établissement de la distribution; la constitution de l'eau de Potsdam (nappe souterraine) est devenue moins bonne, de 1877 à 1882. Les sources de Kaiserbrunnen et de Stixenstein, à Vienne, ne fournissent plus que le cinquième de leur rendement primitif. A Francfort, l'eau obtenue des sources est de 25 à 30 p. 100 au-dessous de ce que l'on avait espéré.

C'est que la nature du terrain traversé par les eaux de la pluie influe aussi sur le débit des sources. Dans le gravier, l'eau met quatre ans à parcourir 1 kilomètre; on ne peut donc juger, d'après le débit immédiat d'une source que l'on vient de capter, de ce qu'elle fournira au bout de quelques années. A moins qu'il ne s'agisse de sources très anciennement connues, et encore. On suppose que celles qui jaillissent de pentes énormes, comme les versants des Alpes, ont dans l'épaisseur de la montagne des réservoirs qui les alimentent dans les temps secs, indépendamment des pluies de l'année.

Les sources qui jaillissent de la couche superficielle de la nappe souterraine peuvent tarir, quand le niveau de celle-ci s'abaisse. Celles qui viennent des couches profondes de la nappe ne sont exposées à presque aucune irrégularité, parce que la pression varie peu.

Quand on veut prendre l'eau de la nappe souterraine, il est d'habitude de faire fonctionner pendant des mois les puits d'essai, pour s'assurer que la constitution de l'eau ne change pas.

II. **Provenance de l'eau d'approvisionnement.** — Toutes les eaux dont il a été question dans le premier paragraphe de ce chapitre peuvent être appelées, selon les cas, à fournir l'eau de distribution des groupes. Nous n'aurons donc, ici, qu'à indiquer la manière de procéder pour s'assurer l'un ou l'autre approvisionnement et à apprécier les modes divers.

a. Eau de sources. — C'est celle à laquelle le vulgaire et les traditions donnent la préférence. La plupart des hygiénistes sont du même avis et pensent qu'on ne doit recourir à une autre eau que quand des circonstances très sérieuses l'imposent. Telle a été la formule des hygiénistes allemands aux Congrès de Danzig (1874) et de Düsseldorf (1876). Les médecins et les ingénieurs municipaux de Paris, à l'heure actuelle, s'accordent à poursuivre l'extension de l'approvisionnement de la métropole en eau de source. A Genève même, bien qu'on ait sous la main l'eau si pure du lac, on songe à aller chercher des sources dans le Jura.

Pour utiliser l'eau d'une source, il est nécessaire de *capter* cette source, c'est-à-dire de l'approfondir, à son point d'émergence, et de transformer sa cuvette naturelle en un réservoir de quelque capacité, qu'on entoure de maçonnerie. On recouvre le tout d'un toit, ou plutôt d'une voûte, sur laquelle on étend une épaisseur de terre suffisante pour que l'on puisse y

semer du gazon et même y planter des arbres, en vue de maintenir la température égale de l'eau. Le réservoir de captage régularise le débit de la source et permet la précipitation des particules de sable que l'eau ramène de terre en jaillissant. Il faut en faire un lors même que la source sort de terre dans la localité qui en use. C'est d'ailleurs une protection pour l'eau, quand le travail est bien fait.

De ce réservoir part un aqueduc d'amenée dans lequel l'eau chemine par la gravitation (*Gravitationswasserleitung*), quelquefois jusqu'au collecteur de distribution, plus souvent jusqu'à un bassin intermédiaire, dit *réservoir inférieur*, d'où l'eau est refoulée par des machines élévatoires dans le *réservoir supérieur*, ou de distribution. L'altitude de celui-ci détermine la pression avec laquelle l'eau arrive en ville et aux divers étages des habitations.

Les villes captent, d'ordinaire, plusieurs sources à la fois dans la même zone territoriale. Dans ce cas, chaque cuvette de captage est réunie, par un aqueduc particulier, à une conduite principale de collectionnement. Parfois, une source, qui se trouve sur le passage de la conduite principale, s'ouvre directement dans celle-ci. Il est préférable de laisser distinctes et avec un canal afférent particulier toutes les sources, parce que, s'il survenait une altération dans la nature de l'eau de distribution, il serait plus facile de reconnaître la source dans laquelle une altération est réalisée et de la supprimer.

Il est clair qu'on ne doit pas accepter, pour une distribution urbaine, des sources menacées d'infiltrations suspectes par le voisinage de dépôts putrides, par la pratique des irrigations à l'eau d'égout ou avec les eaux industrielles. Le captage doit, du reste, être exact et la conduite imperméable sur tout son parcours. C'est pour avoir négligé ces conditions que l'on a, parfois, laissé planer des soupçons jusque sur l'eau de source. Ainsi, la fameuse source de Vallan (Auxerre); les sources qui alimentent Clermont-Ferrand; celles qui abreuvent Lille.

La région de captage peut être assez éloignée du point de distribution pour que la ville intéressée ait à exécuter 20, 40 et jusqu'à 100 kilomètres de conduite.

Comme applications du système, on peut citer : Francfort-s.-M., qui a joint aux sources de la région basaltique du Vogelberg celles du grès du Spessart; — Munich, qui vient de réaliser le captage des sources de Mangfallthal; — Vienne (Autriche), dont les habitants, au dire de Mosny, ont un véritable culte pour leurs eaux des hautes sources de Kaiserbrunnen et de Stixenstein; — Stuttgard, avec les sources de Haarwiesen, Saugrent, Oberelsenthal, Vogelsang, etc.

Les sources du Hain fournissent une partie de l'eau de Bruxelles.

Lille a les sources du vallon d'Houplin; Le Havre, celles de Saint-Laurent, captées, dit A.-J. Martin, dans d'excellentes conditions, et celles de Sainte-Adresse; Bordeaux, les sources de Budos et autres; Clermont-Ferrand, les sources de Royat et des Combes, sortant des coulées de lave; Montpellier, les sources de Saint-Clément et du Lez; Saint-Étienne, celles de la vallée du Paran; Rouen, Limoges, Amiens, Dijon, ont des eaux de sources. Grenoble reçoit l'eau des sources de Rochefort, qui est parfaite. Guéret, Morlaix, Villefranche (Rhône), Épinal, Chambéry, sont en voie d'exécuter des travaux d'amenée d'eau de source.

Paris avait, depuis longtemps, les sources d'Arcueil et de Belleville. La ville a acquis, en 1863, la source de la Dhuis, affluent du Surmelin, située près du village de Pargny (Marne); puis, successivement, les sources nombreuses, très pures, de la Vanne, dont l'origine est à Fontvanne (Aube), et celles de Cochepies, près de Villeneuve-sur-Yonne. L'aqueduc de la Dhuis reçoit encore les sources du Verdon et du Surmelin, et son réservoir, à Ménilmontant, les eaux de la source de Saint-Maur. Ce qui n'empêche point la capitale d'avoir dû conserver les distributions d'eau de Seine, de Marne, d'Ourcq, que l'on emploie le plus possible comme *eau d'utilisation*, mais que l'on est obligé d'offrir, de temps à autre, dans la saison sèche, comme *eau de boisson*. La Ville, depuis 1884, poursuit l'acquisition des sources de la Vigne et de l'Avre (Eure-et-Loir), de la Voulzie et du Durteint (Seine-et-Marne) : 240,000 mètres cubes d'eau par jour.

Les communes rurales peuvent encore s'approvisionner d'eau de source et le font, en effet, en Lorraine particulièrement, où la plupart des villages ont des fontaines jaillissantes. On peut constater, par les rapports du *Comité consultatif d'hygiène publique*, en exécution du décret du 30 septembre 1884, qu'un très grand nombre de petites localités, par toute la France, s'efforcent de constituer ou de compléter leur approvisionnement en eau de source. L'obstacle, en pareil cas, est d'ordinaire l'exiguïté des ressources financières de la commune. Aussi est-il désirable que cette eau puisse être entièrement amenée par gravitation. Le plus souvent, il est annexé à la fontaine un *abreuvoir* et un *lavoir*. Lorsqu'il y a de notables dépenses en perspective pour l'amenée d'eaux de source dans les localités rurales, il est bon que l'État leur vienne en aide, comme l'a fait le gouvernement Wurtembergeois (1860), en accordant des subventions aux municipalités pauvres et en mettant à leur disposition un ingénieur de l'État (le savant von Ehmann).

Un des résultats les plus remarquables de cette initiative intelligente est la distribution des eaux dans la *Rauhe Alp*, dans laquelle l'État est intervenu pour 437,000 marks (546,250 francs). La Rauhe Alp, prolongement du Jura suisse, fait partie des Alpes souabes; elle est comprise entre Ulm et le Schmichathal. C'est une région formée de vallées extrêmement profondes, très encaissées, et de hauteurs couronnées de plaines arides, où la végétation est presque nulle ; elle est habitée par des pasteurs de race souabe pure et des individus adonnés exclusivement à l'industrie du lin. Dans le but d'installer là une distribution d'eau suffisante, on a groupé les villages et on s'est servi des cours d'eau qui traversent les vallées, pour mettre en mouvement les appareils destinés à aspirer et à refouler l'eau dans des conduites ayant de 8 à 12 kilomètres de long. Déversées dans des réservoirs, ces eaux y sont reprises par des machines qui les élèvent dans les régions les plus hautes. Soixante villages environ, habités par 30,000 individus, sur une surface de 22 milles carrés, sont divisés en huit groupes dont chacun a son usine spéciale avec des réservoirs particuliers, d'où l'eau est conduite dans les localités intéressées. Le plan comporte une distribution de 80 litres par tête et par jour (2,400 mètres cubes en tout) et une dépense totale de 3 millions de marks. En 1876, trente-quatre communes avec 17,000 habitants étaient pourvues, il en restait trente à réunir au système. L'eau de distribution n'est point prise aux cours d'eau, mais à des sources jaillissantes et à l'eau du sol du fond de la vallée ; les cours d'eau ne produisent que la force naturelle pour monter l'eau de distribution dans les réservoirs qui sont entre 171 et 314 mètres de hauteur. L'abonnement revient à 5 francs par tête et par an.

On sait combien est aride le calcaire jurassique; les habitants de la Rauhe Alp ne s'abreuvaient autrefois que de l'eau de la pluie, recueillie dans les villages; par

les temps secs et la gelée, il fallait aller chercher l'eau péniblement au fond des vallées. Pourtant, telle est la force de la routine, les Souabes de la montagne commencèrent par refuser net les avances du gouvernement; leurs pères avaient souffert des eaux insuffisantes et mauvaises, de la fièvre typhoïde et des incendies; il ne fallait pas changer la coutume des aïeux. Il fallut quelque énergie et une philanthropie bien décidée pour rompre la tradition.

b. Eau souterraine. — En dehors des sources jaillissantes dont il vient d'être question, il y a deux manières d'utiliser l'eau souterraine, selon qu'elle doit fournir à une petite ou à une grande distribution.

1° Les petits groupes ont recours aux *puits*, superficiels (*Flachbrunnen*) ou profonds (*Tiefbrunnen*), sous des noms divers : puits ordinaires, puits tubulaires, instantanés, abyssiniens, en télescope, forages surmontés d'une pompe, etc. Les puits instantanés se prêtent particulièrement aux besoins des troupes en expédition; les Anglais en ont usé avec grand avantage dans leur campagne d'Abyssinie (*pompe Norton*).

On creuse les puits ordinaires dans toute espèce de terrains, grès, sable, craie, argile, pourvu qu'il y ait une nappe d'infiltration à quelques mètres de profondeur. On en revêt la paroi d'une maçonnerie au ciment et à la chaux hydraulique dans la partie supérieure, d'une maçonnerie perméable dans la partie inférieure; de cette façon, l'eau pénètre par en bas, après avoir filtré dans une énorme épaisseur de terre, et ne peut pénétrer que par là. La maçonnerie est terminée en haut par une margelle, débordant le sol, qui empêche les eaux superficielles d'arriver dans le puits. De même, un toit impénétrable, au-dessus de l'orifice, écarte les eaux de pluie, les poussières, les corps volumineux qui pourraient tomber dans le collecteur. Quand le procédé d'extraction de l'eau s'y prête, il vaut mieux encore fermer hermétiquement l'orifice par un couvercle cadenassé ou une lourde pierre de taille, en vue de parer aux accidents et aux souillures qui pourraient provenir de la malveillance.

Comme il a été dit précédemment, un puits exactement fermé, sauf à l'extrémité par laquelle il plonge dans la nappe souterraine, peut fournir de l'eau irréprochable, ou tout au moins inoffensive, même au centre d'une ville. Il convient, toutefois, de ne pas braver sans nécessité le danger des infiltrations organiques et d'éviter, pour les puits, le voisinage des fumiers et dépôts d'immondices, des puits absorbants et des fosses d'aisance. A Lille, dans bien des maisons, la fosse et le puits sont vraiment gémellés, c'est-à-dire séparés à peine par quelques mètres de terre. La fosse pouvant n'être pas indéfiniment étanche, c'est évidemment une pratique malpropre et dangereuse.

Un puits quelconque peut être rendu meilleur en construisant toute sa paroi imperméable et en revêtant son fond d'une couche de béton à travers laquelle passe un tuyau en poterie, rempli de matières filtrantes, de telle sorte que l'eau ne puisse arriver dans le puits qu'en traversant ce filtre (fig. 38). On doit, dans ce cas, avoir des tuyaux de rechange. Les « puits-filtres » remplissent le même but; ils s'obtiennent en pratiquant, dans le fond du puits, une double maçonnerie, l'une extérieure et cimentée, l'autre

intérieure en pierres sèches ; entre les deux, on ménage un espace qui est rempli de gravier. Le sol reste naturel sous le gravier ; on le recouvre de ciment dans le cercle intérieur. L'eau ne peut arriver que filtrée dans la capacité du puits.

Certaines villes n'ont pas d'autre mode d'approvisionnement qu'un

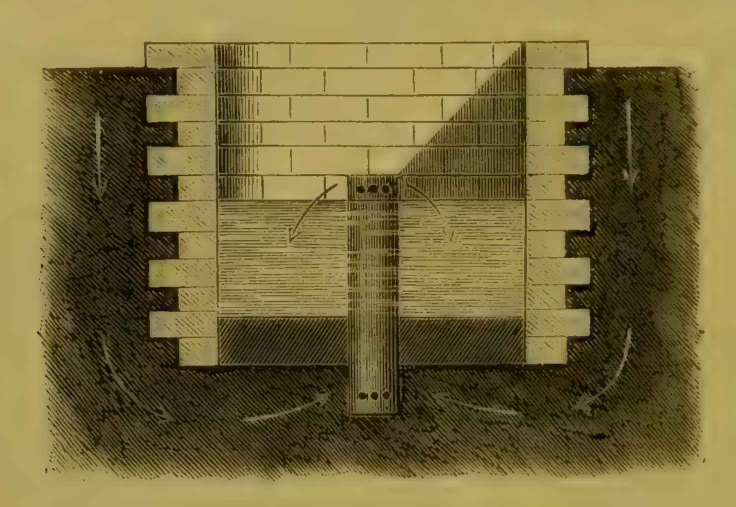


Fig. 38. — *Utilisation d'un puits sans profondeur.*

ensemble de puits, dont chacun dessert un groupe de maisons, ou seulement une maison, dans laquelle il est la propriété du possesseur de l'immeuble.

Mais, lorsqu'il faut recourir à cet approvisionnement toujours un peu suspect, les municipalités ou même les particuliers creusent dans la localité même un certain nombre de *puits profonds*, c'est-à-dire pénétrant jusqu'à la seconde nappe. Parfois, on y installe une pompe à vapeur et si le rendement en est suffisant, rien n'empêche qu'à l'aide d'une pompe aspirante et foulante on n'en fasse une véritable distribution d'eau avec canalisation spéciale.

2° Plus habituellement, les villes qui veulent prendre leur eau à la nappe souterraine creusent, à distance de leurs murs, en un point où l'on s'est assuré que cette nappe est suffisamment riche, plusieurs puits profonds, réunis entre eux par des aqueducs en maçonnerie ou des tuyaux de fonte. De chacun d'eux partent en rayonnant d'autres aqueducs ou galeries d'*aspiration*, sous une pente favorable à la convergence des eaux souterraines vers le puits. L'action des pompes élévatoires, sur le *puits central*, détermine aussi une aspiration de même résultat. Le sol de ces puits doit être de 3 à 6 mètres plus bas que le niveau le plus inférieur de la nappe (Kœnig et Poppe) ; celui des canaux, de $1^m,50$ à 2 mètres.

Pour la distribution de Charlottenbourg, on a établi trois puits *abyssiniens* de 27 à 38 mètres de profondeur (Kaeber), qui traversent une couche d'argile de 1 à 5 mètres d'épaisseur, à 15 ou 20 mètres au-dessous de la surface, pour gagner une couche de gravier aquifère de 7 à 10 mètres.

On doit éviter, dans des travaux de ce genre, les sols de sable fin, qui s'éboulent dans l'eau de distribution et la troublent. On repoussera encore

les sous-sols ferrugineux qui, en favorisant la décomposition des débris végétaux, appauvrissent l'eau d'oxygène. L'oxydule et l'oxyde de fer donnent, d'ailleurs, à l'eau une saveur d'encre insupportable ; à Leipzig, on dut abandonner une conduite d'eau à cause de cet inconvénient. Sur d'autres points (Berlin, Lille, Dessau), le fer a manifestement favorisé le *Crenothrix*.

Budapest s'abreuve à des puits intra-urbains, assez nombreux, concurremment avec l'eau du Danube et celle d'une distribution municipale par des puits filtrants. De ces puits, les uns sont irréprochables, d'autres médiocres ou mauvais (Fodor).

Augsbourg utilise la nappe puissante qui descend des *Allgäuer Alpen*. Trois grands puits, d'un diamètre de 4 mètres, à 100 mètres l'un de l'autre, réunis par des galeries de collectionnement, forment la prise d'eau. La conduite d'amenée jusqu'au réservoir inférieur part du puits du milieu.

De 1876 à 1884, Strasbourg, Kiel, Hanovre, Baden-Baden, se sont donné des distributions d'eau souterraine suivant cette méthode.

La distribution dite de Pottschach (1877), qui complète l'approvisionnement de Vienne, est un travail du même genre. Il comprend quatre puits de 10 mètres de profondeur et de 6 mètres de diamètre (Mosny), dans la vallée de la Schwarza.

Berlin avait essayé ce système, en creusant des puits profonds au bord du lac de Tegel. Elle a été obligée d'y renoncer, à cause de l'invasion du *Crenothrix* (*Wasser-calamität*) qui, paraît-il, vient du sol. Aujourd'hui, l'eau de cette distribution est prise dans le lac même. Un accident pareil est arrivé à Lille, en 1882, par ce fait que les ingénieurs s'étaient abstenus, à dessein, de faire un radier à l'aqueduc d'amenée. Ainsi construit, l'aqueduc était en même temps une galerie de collectionnement et recueillait, sur son passage, le tribut de la nappe souterraine, très abondant et qui, en effet, complétait avantageusement, au point de vue de la quantité, l'apport des sources. A l'invasion du Crenothrix, on a dû fermer le radier et renoncer à l'eau du sol.

A Stralsund, la nappe étant peu riche et les pluies insuffisantes dans la zone choisie pour le captage de l'eau, l'ingénieur A. Thiem a fait entrer dans son projet l'irrigation de cette zone au moyen de l'eau du lac de Borgwall ou étang de Pütter, à titre de suppléance de l'eau météorique en même temps que c'est une manière de filtrer l'eau lacustre.

Une seule des compagnies de Londres, la compagnie Kent, s'approvisionne à la nappe souterraine.

En Amérique, Brooklyn a un projet comportant ce même mode. Il semble que ce soit la première ville des États-Unis qui entre dans cette voie.

Reims, Avignon possèdent une distribution prise à la nappe souterraine. Orléans s'abreuve à des puits.

Les *puits artésiens* peuvent être rattachés à ce paragraphe. Ils ne servent jamais que d'auxiliaires aux distributions municipales. Ceux de Paris comptent à peine pour 7,000 mètres cubes dans les 370,000 qui sont distribués chaque jour aux habitants.

c. Eau de drainage. — On donne souvent ce nom à un approvisionnement qui est réellement pris à la nappe souterraine, mais qui diffère du précédent en ce que les moyens de collectionnement s'étendent, au lieu de se concentrer, et que les puits sont remplacés par de longues galeries dites *d'infiltration* ou *de recueillement*. Ces galeries s'enfoncent également

sous la nappe souterraine. Mais, d'autres fois, le drainage n'a pour but que de collecter les eaux superficielles filtrant à travers le sol, les flaques des dépressions, les petits ruisseaux et, à la rigueur, le trop-plein de la nappe dans les ascensions de son niveau. Il arrive, en pareil cas, que de véritables sources jaillissantes sont enveloppées dans le réseau de drains. C'est véritablement là l'approvisionnement d'*eau de drainage*. Mais il n'y a pas de sérieux inconvénients à réunir les deux modes sous une même appellation, en raison de l'analogie des travaux de captage.

On peut ainsi aspirer l'eau d'une surface étendue. La quantité que l'on en obtient est sujette, naturellement, à d'assez grandes oscillations. La qualité dépend de la nature du sol drainé et, surtout, de ce qui se passe à la surface (culture, engrais, etc.).

La méthode paraît avoir réussi à Cassel, Danzig, Gotha, et moins bien à Kœnigsberg. La ville de Wiesbaden a installé, dans les vallées de Werlitzthal et Walkmühlenthal, des tuyaux de drainage (il y en a 3,000 mètres dans la première) qui vont jusqu'à la roche et versent leur eau dans des galeries de collectionnement. L'apport est de 6,000 mètres cubes d'eau par jour.

Amsterdam draine les dunes du voisinage. Cette ressource ne lui suffit pas et il est question de la compléter par une prise d'eau dans le Vecht, bras du Rhin.

Bruxelles a renforcé la distribution des sources du Hain par le drainage de la zone environnant l'aqueduc, par celui du bois de la Cambre et celui de la forêt de Soignes; en tout, près de 8,000 mètres de galeries de 10 à 30 mètres sous la nappe liquide.

En France, le *Comité consultatif d'hygiène publique* a approuvé, en 1886, un projet de la ville de Poitiers tendant à collectionner par galeries l'eau des nappes de Nesdes, de Fleury et de Broye, et un projet analogue formé par la ville de Tarbes.

d. Eau des galeries filtrantes. — Ce mode d'approvisionnement nous paraît se rattacher beaucoup plus à la nappe souterraine qu'à l'eau fluviale, quoique certains pensent le contraire. Le procédé consiste à creuser, au bord d'un fleuve et parallèlement à son cours, des tranchées dont le fond atteint au moins, et souvent dépasse, la profondeur du lit de la rivière. Si le terrain des rives est une couche épaisse de gravier, de sable, d'alluvions perméables, on suppose que l'eau fluviale arrive par aspiration dans la tranchée, en subissant une filtration à travers les 25 ou 30 mètres de sol poreux qui séparent celle-ci du courant.

Ce qui arrive d'abord dans lesdites tranchées, c'est certainement l'eau de la nappe souterraine, qui est naturellement à son plus haut degré de richesse vers le fond de la vallée, c'est-à-dire au bas de la pente. C'est la nappe souterraine qui alimente les fleuves et rivières, et non le contraire, comme nous nous sommes efforcé de le répéter. L'eau du fleuve ne reflue vers la nappe que dans les temps de crue, alors que la pression est devenue très forte dans le premier. Ce reflux ne s'accomplit point par le fond, qui est nécessairement imperméable; mais par la partie du talus latéral qui était découvert pendant la sécheresse. Ce talus peut avoir été assez crevassé pour que l'eau du fleuve passe trouble dans la galerie. Il arrive, du reste, que l'eau fluviale passe par-dessus la cloison de sol qui la sépare de la

galerie. En temps ordinaire, l'eau de celle-ci ressemble à l'eau de la nappe et non à celle du fleuve. S'il y avait une réelle filtration, comme on ne nettoie jamais le filtre, il finirait bien un jour par ne plus fonctionner. Il arrive, en effet, un moment où la galerie ne reçoit même plus le tribut irrégulier de l'eau fluviale, qui vient d'être indiqué. Aussi est-on obligé d'augmenter la longueur des tranchées. Gruner et Thiem déclarent que, là où les galeries filtrantes ont réussi, c'est qu'on est tombé sur une nappe souterraine très riche. Au *Congrès de Genève* (1882), Rollet, Durand-Claye, Herscher, on fait connaître des observations, dont quelques-unes avaient déjà été faites par Belgrand sur les bords de la Seine, et desquelles ressort la loi que nous venons de formuler, à savoir : que les filtrations, qui remplissent les puits et les galeries à proximité des fleuves, proviennent *exceptionnellement* du fleuve lui-même et beaucoup plus ordinairement des eaux qui descendent des régions voisines vers le fleuve.

Lorsqu'on a recours à cette méthode, Kœnig et Poppe recommandent d'établir les galeries sur les points de la rive où les flexuosités du fleuve décrivent une ligne concave. A ces endroits le courant entraîne de lui-même les dépôts vaseux.

Dresde a des galeries filtrantes sur la rive droite de l'Elbe. Leur eau est bien supérieure à celle du fleuve (Salbach, Sander).

(Dresde.)	Eau de distribution. milligr.	Eau de l'Elbe. milligr.
Résidu fixe	112 par litre.	155 par litre.
Sel marin	13 —	28 —
Matières organiques	4,8 —	18 —
Ammoniaque	» —	» —
Acide nitrique	2 —	» —

Halle-s.-Saale, qui a usé du même procédé, a eu affaire au *Crenothrix*, ce qui tendrait à prouver précisément que ses galeries reçoivent l'eau du sol plus que celle du fleuve. Vienne a des galeries sur le canal du Danube, qui filtraient probablement quelquefois son eau, car elles se sont engorgées et ont dû être allongées; aujourd'hui l'eau de source permet de ne plus avoir recours à cette conduite (*Ferdinands Wasserleitung*).

Toulouse est connue pour ses galeries filtrantes sur la Garonne ; l'eau n'y dépasse pas 13 à 14° et ne descend pas au-dessous de 8 à 9 en hiver; ce qui serait assez étonnant s'il s'agissait vraiment de l'eau fluviale. Les Lyonnais se félicitent de leurs galeries sur le Rhône; mais, néanmoins, ne repoussent pas le projet de l'ingénieur Michaud, qui leur donnerait les sources de la vallée de l'Ain. La distribution dite de l'eau de la Moselle, à Nancy, vient de galeries filtrantes, établies à Messein, en amont par rapport à la ville. L'ingénieur Schwab (1886) a vivement critiqué les eaux fournies par cette installation ; les communications directes des tranchées avec la rivière lui paraissent bien plus certaines que la filtration. Aussi l'eau de Nancy est-elle souvent trouble.

La ville de Lawrence (Massachusets) prend son eau, en partie directement dans le Merrimack, en partie dans des galeries établies sur la rive de ce cours d'eau.

c. Eau fluviale ou lacustre. — Un assez grand nombre de villes empruntent leur approvisionnement intégral ou partiel au fleuve qui les traverse

ou au lac dont elles sont voisines. Ces eaux, primitivement, n'ont rien qui les empêche d'être bonnes et même excellentes, sauf les variations de température ; mais ce sont des *eaux de surface*, par conséquent très exposées à d'inquiétantes et multiples souillures, surtout en notre temps où les populations qui se pressent au bord des cours d'eau en usent si volontiers pour se débarrasser des déchets de la vie quotidienne et des résidus d'industrie. Il faut, dans tous les cas, établir la prise d'eau en amont et assez loin de la ville à desservir, éviter les bras morts, les anses, les pointes où l'eau est dormante. D'ordinaire, on ne puise pas à même le fleuve, mais dans des bassins latéraux, où l'eau est amenée par un aqueduc en maçonnerie ou en fonte et dont l'entrée est munie d'une grille qui retienne les corps étrangers volumineux. Les bassins de collectionnement servent eux-mêmes à la décantation. D'ailleurs, cette eau doit toujours être soumise à la *filtration centrale*, comme celle de la Tamise à Londres, celle de la Sprée et du lac de Tegel à Berlin. Lorsqu'on dispose de cette installation, on peut se dispenser du canal de dérivation et recourir à des pompes.

Pour puiser à un lac, on fait déboucher la conduite d'amenée à quelque distance de la rive et entre deux eaux, pour éviter à la fois les impuretés de voisinage, les sédiments du fond et les couches à température trop variable de la surface.

Nous allons indiquer un certain nombre de villes qui s'abreuvent à des fleuves ou à des lacs. On en trouvera, parmi elles, un assez grand nombre de très populeuses, qui n'ont pas précisément la mortalité la plus élevée et, en particulier, ne payent pas un lourd tribut à la fièvre typhoïde. A vrai dire, l'eau des fleuves est, ici, soumise à la *filtration centrale* et l'on ne sait pourquoi Paris n'installe pas cette pratique à ses prises d'eau sur la Seine, la Marne, l'Ourcq, dont il offrira encore longtemps le produit à ses habitants avant d'avoir doublé la Dhuis et la Vanne de la Vigne et de l'Avre. Néanmoins, comme les filtres ne sont pas exempts d'imperfections et d'accidents, il est assez étonnant que l'eau fluviale et lacustre ne cause pas plus généralement la fièvre typhoïde dans les villes dont il va être question, s'il y a un fondement sérieux dans les accusations portées contre cette eau à Paris, à Hambourg, à Genève, à Zurich.

Londres est le type des villes à eau fluviale; les neuf dixièmes de son eau viennent de la Tamise et de la Lea. — La ville d'Henley, également sur la Tamise, emprunte aussi son eau à ce fleuve et la traite par un lait de chaux avant de l'introduire dans la distribution.

Berlin s'approvisionne à la Sprée (ouvrages de Stralau, en amont) et au lac de Tegel, près de Spandau, l'une de ces grandes cuvettes qui sont sur les rives de la Sprée et de la Havel et communiquent avec elles.

Hambourg puise à l'Elbe, Varsovie à la Vistule; Anvers à la Nèthe, avec filtration au fer spongieux.

New-York a converti en lac, par un barrage, la rivière le Croton; c'est de là que lui viennent par jour 136,000 mètres cubes d'eau. Washington a un aqueduc magnifique sur le Potomac. Philadelphie va compléter sa distribution par l'eau du Tohickon, affluent du Delaware; Memphis va puiser à la rivière Wolf.

Angers boit l'eau de la Loire; Marseille, celle de la Durance; Tours, celle du Cher; Saint-Étienne, celle du Furens. Paris a la Seine, la Marne, l'Ourcq, pour les lavages surtout; mais les Parisiens boivent encore de ces eaux, certainement très médiocres, plus souvent qu'il n'est dans le programme.

Genève a sa prise d'eau sur son lac merveilleux et des hygiénistes qui ne la trouvent pas assez pure. Zurich a la sienne dans la Limmat au moment où celle-ci naît du lac; à la suite de la fièvre typhoïde de 1885, il a été décidé de remonter cette prise d'eau d'au moins 200 mètres et l'on y installe des filtres à sable. Il n'y a pas de motifs pour ne point louer cette amélioration et Genève pourrait l'imiter. — Stuttgard fait venir son *eau d'utilisation* des petits lacs des environs, Katzenbachsee, Pfaffensee, Steinbachsee, etc.

Des ingénieurs français amènent à Constantinople l'eau du lac Derkos, vers la mer Noire, à 40 kilomètres de la ville.

Le *loch* Katrine et la Clyde desservent Glasgow. Les villes américaines s'approvisionnent volontiers aux grands lacs de la région; le lac Michigan abreuve Chicago; le lac Érié, Cleveland; le lac Cochituate, Boston.

f. Eau de barrage. — Ce système se confond presque avec le précédent quand, par un large barrage, on convertit une petite rivière en un lac artificiel. Mais l'on peut faire aussi un barrage pour retenir les eaux de pluie qui descendent les pentes d'une vallée. En Angleterre, les villes des comtés de Lancashire et Yorkshire s'alimentent à des lacs artificiels que l'on obtient de la manière suivante : on coupe, par un barrage, les étroites vallées que forment entre ces deux comtés des montagnes ardues à sommet désert, inculte et recouvert de bruyères; en arrière de la digue s'accumule l'eau des pluies qui a filtré à travers le sol des montagnes, jusqu'à la couche imperméable située à une médiocre profondeur. Liverpool utilise ainsi 78 p. 100 des 99 centimètres de pluie qui tombent sur le terrain affecté à ce drainage. Par deux fois, une pareille digue, haute de 25 à 30 mètres, s'est rompue et a causé de grands désastres ; à Sheffield, en 1864, 238 personnes périrent dans une inondation ainsi provoquée.

Un fait du même genre s'est produit naguère en Algérie. Néanmoins, Roanne se proposait, en 1884, de barrer la gorge de la Tache ou celle du Renaison pour réunir dans un grand réservoir les eaux des sources granitiques de la Madeleine (Reuillet).

g. Approvisionnement d'eau de pluie. — Dans les villes difficiles à pourvoir, les particuliers recueillent, dans leurs habitations, l'eau météorique qui tombe sur les toits et dont la masse est assez importante pour que Fonssagrives, imitant le calcul fait à Londres par Parkes, ait estimé à 5 millions de mètres cubes celle qui passe, chaque année, sur les toits de Paris. Cette eau, comme nous l'avons vu, est d'une grande pureté, à la condition que, pour la recueillir, on néglige, selon le conseil de Guérard, la première portion des averses, qui a lavé la poussière et les ordures des toits, — ou qu'on la filtre avant de l'introduire dans les réservoirs où elle est conservée.

Ces réservoirs sont les *citernes* et la figure 39 indique une manière de filtrer l'eau qui y pénètre.

Les citernes doivent être construites en bonne maçonnerie étanche, à parois intérieures d'un nettoyage facile. On les protège exactement

contre les souillures extérieures et contre les variations de température.

Les villes elles-mêmes peuvent recourir aux citernes, comme mode général d'approvisionnement. Celles d'Orient ont toujours pratiqué ce mode de collectionnement de l'eau, que Venise leur a peut-être emprunté. Constantine possède encore, à sa Kasbah, de vastes citernes, dans lesquelles l'eau reste particulièrement fraîche, en raison de la profondeur des réservoirs et de l'épaisseur des voûtes. Celles de Venise, paraît-il, ne présentent point le même avantage. Mais l'eau y est pure, parce qu'elle y arrive fil-

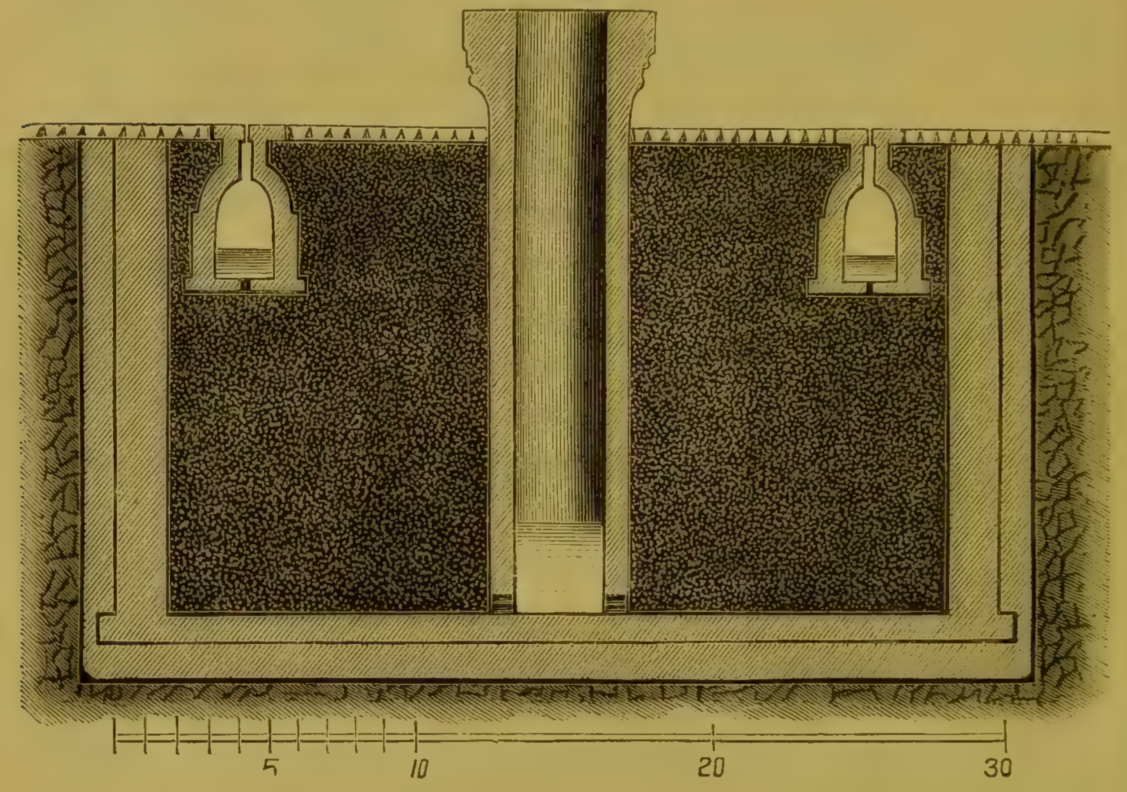


Fig. 39. — *Coupe d'une citerne à eau de pluie, à Venise.*

trée selon le procédé représenté dans la figure 39. (Le fameux puits de la place Saint-Marc est une citerne de ce genre.)

Dans une excavation maçonnée et à parois imperméables, on voit un remplissage de sable dans lequel deux conduits (drains), à droite et à gauche, déversent l'eau de la pluie. Au centre, un puits, à parois imperméables sauf à la partie inférieure, se remplit d'eau filtrée ; on y puise par l'orifice supérieur, ouvert.

Dans le cas d'approvisionnement urbain par des citernes munies de matériaux filtrants, on recueille non seulement l'eau des toits, mais encore celle des places publiques et, au besoin, des rues. A Cadix (Ferreira), l'on s'arrange de façon à perdre les premières portions de la pluie, qui entraînent diverses impuretés.

Les ingénieurs du chemin de fer de l'Ouest-Algérien (Oran) ont imité la disposition représentée ci-dessus pour établir des citernes loin des centres habités. Dans une dépression de terrain propre à emmagasiner les eaux

pluviales, on creuse un trou carré à talus raide, au centre duquel on établit un tube en maçonnerie; la partie inférieure de ce puits est en pierres sèches et laisse arriver l'eau; le reste est cimenté. On entasse, tout autour et de bas en haut, des moellons, des pierres, du gravier, du sable fin, de la terre sableuse sur laquelle on fait des semis. Les eaux pluviales arrivent filtrées dans cette citerne.

h. Eau de mer. — Nous n'inscrivons ici que pour mémoire cette source d'approvisionnement. L'eau de mer n'est utilisable en boisson que *distillée* et reste le monopole des navigateurs (voy. Groupe militaire et marin). Cependant, il n'est pas impossible que, dans une ville maritime, mal approvisionnée, on ne recoure parfois à cette ressource. La question s'est posée à Dunkerque, qui reçoit les eaux du canal de Bourbourg, médiocres en tout temps, très rares en été, et s'abreuve surtout à des citernes.

III. **Travaux de collectionnement et de distribution.** — Nous ne revenons pas sur la question de la distribution *unique* ou *double.* La solution de principe est, assurément, pour le premier mode, à la condition que la distribution unique soit d'eau abondante et pure. Lorsque l'abondance fait défaut, il faut bien tolérer une seconde eau moins parfaite ou même mauvaise, en prenant les précautions nécessaires pour qu'elle ne serve pas d'eau de boisson.

Il a été entendu que la quantité d'eau nécessaire aux habitants, chaque jour, doit être constamment *disponible;* d'autre part, que l'eau doit arriver dans les maisons et à tous les étages. De là les *réservoirs*, les *conduites d'amenée*, les *tuyaux de distribution*, la *pression.*

Réservoirs. — Si l'eau captée peut faire tout le trajet qui la sépare des consommateurs par simple gravitation, il suffit d'un réservoir, à la périphérie de la ville, placé à une altitude telle que l'eau arrive à destination avec une pression qui la monte à tous les étages (2 à 3 atmosphères). Lorsque la gravitation ne peut suffire qu'à une partie du trajet, on établit, au point où elle amène l'eau, un *réservoir inférieur*, d'où elle est refoulée par des machines élévatoires dans le réservoir rapproché de la ville (ou même situé en ville), qui devient alors le *réservoir supérieur.* A Paris, les réservoirs supérieurs sont à compartiments ou étages superposés, renfermant une eau différente les uns des autres. Dans les villes de quelque étendue, on élève un second réservoir supérieur, à l'extrémité de la ville opposée à celle où se trouve le premier. Ce second réservoir permet de limiter la capacité du premier et, surtout, maintient la pression dans tout le réseau, dont les dernières ramifications n'auraient presque plus d'eau, dans les moments de grande consommation, par le fait que les immeubles situés sur les conduites d'amont exploitent énergiquement celles-ci. Pour cette raison, on l'appelle *réservoir d'équilibre* (*Gegenreservoir*). Lille en a construit un, en 1886.

Les réservoirs doivent contenir au moins toute l'eau nécessaire à la consommation moyenne d'un jour et 20 p. 100 en surplus, en vue des oscillations du débit.

On leur donne une profondeur utile de 3 à 5 mètres. On a pu en pratiquer quelques-uns dans le sol, dans une excavation de rochers. Quand il faut les élever sur une assise de maçonnerie et employer le fer dans leur construction, leurs parois sont enveloppées de corps mauvais conducteurs. Krieger, à Strasbourg, a proposé d'en arroser d'eau le pourtour et le toit, dans la saison chaude, afin de rafraîchir l'intérieur par l'évaporation. Par contre, dit Wolffhügel, on est quelquefois obligé de réchauffer l'eau du réservoir, en hiver, par une circulation d'eau chaude. A Lille, le réservoir supérieur est en pierres exactement cimentées ; la voûte en est recouverte d'une épaisseur de terre plantée d'arbres, qui en fait une véritable butte et le rend indifférent aux variations de température. L'eau y tombe en cascade, afin de s'aérer. A Charlottenbourg, on a remarqué que l'aération de l'eau par la chute en pluie réduit de 1,66 à 0,36 p. 100,000 la proportion du fer que cette eau apportait de son sol d'origine et fait disparaître l'odeur d'hydrogène sulfuré qui résultait des transformations du carbonate d'oxydule de fer.

Conduites d'amenée. — On amène encore l'eau comme autrefois chez les Romains à l'aide de canaux en maçonnerie et ciment, découverts ou abrités par une voûte sur laquelle on rejette la terre. Lorsque les canaux sont assez profonds, la culture peut continuer à se faire par-dessus ; si le canal est en relief, on se contente de gazonner la terre qui le recouvre.

Mais on ne se sert plus de pareils canaux, d'ailleurs excellents, que pour marcher en ligne droite et avec une pente uniforme. S'il se rencontre une vallée profonde à franchir, un cours d'eau à traverser, là où les anciens eussent élevé ces arches ou ces « ponts » (arches de Jouy-les-Metz, pont du Gard) dont nous admirons encore les ruines gigantesques, les modernes emploient simplement le siphon. Pour exécuter celui-ci, il faut une conduite résistante, fragmentée, dont les parties se réunissent en angles, en courbes, selon le besoin.

Il est clair que les canaux qui travaillent sous pression doivent être fermés et étanches; on les fabrique d'ordinaire en fonte. Ceux qui utilisent la gravitation pourraient être ouverts en dessus, sauf les joints où l'aqueduc est en siphon, pour passer sous une rivière, par exemple, ou franchir une vallée. Mais ce mode de construction serait déplorable : des impuretés tomberaient dans la conduite ; l'eau s'y échaufferait en été, gèlerait en hiver. On a donc soin de faire des aqueducs en bonne maçonnerie bien cimentée, et même on place à dessein le canal assez profondément dans le sol ; s'il le faut, on lui superpose un remblai de terre qui le soustrait d'autant plus à l'influence de la température extérieure. On reprend le tuyau de fonte pour les siphons.

L'aqueduc en maçonnerie est remplacé, parfois, par des cylindres en argile cuite ou en ciment, réunis bout à bout à l'aide de joints appropriés. Ces conduites sont d'un bon usage, mais paraissent plus exposées aux détériorations.

Les tuyaux de fonte exigent également un choix attentif des joints. Le caoutchouc entre d'ordinaire dans la confection de ceux-ci.

Il n'est pas impossible que les tuyaux de fonte ne mettent un peu d'oxyde ou d'oxydule de fer dans l'eau qui les traverse. Toutefois, cet accident n'est pas signalé. Mais il se forme assez fréquemment des concrétions de ces oxydes qui finissent par rétrécir le calibre du tuyau. (J. Arnould, art. Eau : *Dict. encycl. des sc. médic.*)

Un accident semblable avait réduit de moitié, en 1883, l'apport de l'eau à Grenoble. Pour y obvier, Angus Smith, Parkes, Ripley-Nichols ont recommandé de revêtir la paroi intérieure des tuyaux d'un enduit composé de goudron et d'huile de lin.

Pour des approvisionnements peu importants et des conduites de faible parcours, les tuyaux en bois sont encore d'un usage assez répandu. On se sert de préférence du bois de sapin, auquel on a, préalablement, fait faire un séjour dans l'eau. Ces tuyaux sont cerclés de fer à chaque extrémité. Ils ont l'inconvénient de n'être pas inaccessibles à la putréfaction et de devoir être remplacés tous les dix ou quinze ans. On les fait durer un peu plus, en les imprégnant au préalable d'un liquide conservateur.

Que les conduites d'amenée soient en maçonnerie ou constituées par des cylindres d'argile ou de ciment, il est nécessaire d'y pratiquer de distance en distance, chaque 300 mètres environ, des ouvertures de descente et des orifices de décharge ; ces derniers permettent d'évacuer le trop-plein de l'aqueduc, s'il y a lieu, et de détourner le courant, lorsqu'il y a des réparations à faire sur un point. Indépendamment de ces ouvertures, on établit des tourelles de ventilation à 1500 ou 2000 mètres de distance l'une de l'autre, quand les conduites parcourent un long trajet. En outre, on fait tomber l'eau en cascade dans le réservoir supérieur, pour l'aérer dans sa chute. (J. Arnould, *loc. cit.*)

Lorsqu'il y a lieu, on établit, sur les conduites travaillant en pression, des *caisses à vent*, des soupapes de sûreté, qui régularisent et limitent la pression. Ces dernières donnent lieu à de fâcheuses déperditions d'eau.

La pression obtenue au moyen des réservoirs élevés, indépendamment de l'ascension de l'eau aux étages, est une provision de force que l'on utilisera encore *dans les cas d'incendie*, pourvu que l'on ait ménagé dans les rues, dans les maisons, des bouches d'incendie et des *hydrants*, avec un ajutage sur lequel se visse en un rien de temps le tuyau manœuvré par les pompiers.

Conduites et tuyaux de distribution. — Les conduites en ville sont presque toujours en fonte. Celles de maison, en fonte, en fer forgé, en plomb, en étain.

Les conduites de la ville étant d'assez fort calibre, il est nécessaire de les établir en fonte, dans des tranchées assez profondes pour qu'elles échappent à la trépidation du sol de la rue et aux variations de température. A Paris, elles sont assez souvent accolées à la paroi ou à la voûte de l'égout. Sur ces *conduites principales*, la ville branche les tuyaux qui alimentent ses *bornes-fontaines ;* les particuliers, leur tuyau d'origine de distribution privée, lequel est, d'ailleurs, commandé par un robinet dont l'administration retient le gouvernement.

Les tuyaux de plomb ont de grands attraits en raison de leur bon marché et de la facilité avec laquelle ce métal se prête aux courbures qu'exige la distribution domestique de l'eau. Les dangers qui en résultent, et qui vont être l'objet d'un paragraphe spécial, ont porté les industriels à fabriquer des tuyaux de *fer forgé;* ceux-ci n'ont pas réussi, à cause de l'inaptitude aux lavages et de la saveur d'encre qu'ils communiquent à l'eau, quand ils viennent à s'éroder. Les tuyaux de fer *étamé*, d'une fabrication assez difficile, ne tardent pas à perdre leur étain par places, et l'oxydation du fer n'en est que plus intense. Nous avons indiqué ailleurs, d'après A. Wazon, le procédé de Barff, qui permettra peut-être d'utiliser plus heureusement les conduites en fer : « Il consiste à porter ces tuyaux à la chaleur rouge dans un mouffle en fer et à les soumettre à l'action de la vapeur surchauffée ; le fer chaud décomposant l'eau, il en résulte que son oxygène forme avec le fer une croûte superficielle d'oxyde magnétique qui s'oppose à toute oxydation ultérieure ou formation de rouille à la surface qu'il recouvre. L'ingénieur Bower obtient cet oxyde magnétique par réduction du sesquioxyde sous l'action des gaz hydro-carbonés et oxyde de carbone. Une Compagnie s'est formée, à Londres, pour l'exploitation du procédé Barff-Bower. »

Enfin, en Amérique et dans une vingtaine de villes allemandes, on emploie des tuyaux de *fer galvanisé*, ou plutôt *zingués*, qui ont fait l'objet de recherches attentives de la part de Winsor, Boardman, R. Nichols, Bunte, v. Ehmann, Rautert. Les Américains, un peu optimistes, prétendent que ces tuyaux sont inoffensifs, même en supposant que l'eau les attaque et dissolve de l'oxyde ou surtout du chlorure de zinc. En Allemagne, on se borne à cette formule : que les tuyaux galvanisés, comme les tuyaux de plomb, sont attaqués par certaines eaux et point par d'autres ou qu'il y a des eaux qui les incrustent; par suite, ils conviennent dans quelques cas et, d'autres fois, doivent être écartés.

Les tuyaux de plomb ne doivent pas traverser un sol humide, très calcaire, non plus qu'une gangue en ciment à la chaux (Besnou, v. Knorre), sous peine de devenir rigides et cassants. Il faut, néanmoins, les protéger contre les chocs extérieurs, contre la dent des rats et contre la gelée. Dans les maisons légèrement bâties, que l'on multiplie dans Lille pour être louées, les tuyaux de distribution d'eau sont si mal protégés que leur contenu est atteint par la gelée et fait éclater le métal, pour peu que l'on oublie, par les soirs d'hiver, d'interrompre la communication avec la conduite municipale et d'évacuer le liquide restant dans leurs divisions. Au moment du dégel, des inondations en sont la conséquence ; dans tous les cas, des réparations ennuyeuses deviennent nécessaires.

Il importe, enfin, que des robinets de fermeture bien faits puissent interrompre exactement l'arrivée de l'eau dans telle ou telle branche de la distribution domestique et que l'on puisse vider à volonté le branchement sur lequel porte l'interruption. Malheureusement, l'habileté ou le soin de nos fontainiers et de nos ingénieurs « hydrauliciens », comme ils s'intitulent, laissent beaucoup à désirer.

Les tuyaux de plomb au point de vue sanitaire. — L'usage des tuyaux de plomb est très ancien et très répandu. Cependant, *à priori*, le contact d'un liquide alimentaire avec un métal toxique éveille l'idée d'un danger pour les consommateurs du premier. En fait, ce danger existe et les accidents qui le traduisent ont été signalés de temps immémorial (Vitruve, Galien, Palladius). Des catastrophes presque contemporaines, de même origine, ont eu un certain retentissement. Ainsi, les cas d'empoisonnement observés sur la famille d'Orléans, par H. Guéneau de Mussy, au château de Claremont (1848) et résumés par A. Chevallier, dans les *Annales d'Hygiène* de 1853; les faits rapportés par Moizard (1877), Kœchlin-Schwartz (1879), E. Richard (1880); ceux de Huddersfield (1879-1882), qui ont donné lieu à un procès fameux, encore pendant devant la chambre des lords; de Sheffield (1885), de Mirfield; les intoxications nombreuses (au moins 92), constatées à Dessau, en 1886, par le médecin de cercle Richter; celles que Pullmann a signalées (1887) à Offenbach-sur-Mein, etc.

Cependant, les villes anciennes, Rome (Varron), le Paris de Philippe-Auguste, Constantinople, Clermont-Ferrand, comme Belgrand le faisait remarquer, Londres, Berlin, Danzig, Francfort-sur-Mein, Halle, Hanovre, Essen, Rostock, Posen, etc., Lille, Nancy et une foule de villes françaises ont usé des conduites privées en plomb et continuent à le faire. Paris en a plus de 3,000 mètres. A première vue, les accidents consécutifs sont infiniment au-dessous de la vulgarité de la méthode. A Paris, Champouillon constatait, en 1873, que sur 108,000 malades reçus dans les trois hôpitaux militaires de la métropole, il n'avait pas été signalé *un seul cas* d'intoxication saturnine.

Cette opposition entre la fréquence du danger et la rareté des accidents explique qu'il y ait eu à la fois, d'un côté une sorte de croisade pour la suppression radicale des tuyaux de plomb (de Laval, Hamon), de l'autre une résistance de parti pris. On ne saurait nier que la disparition absolue des dangers ne soit dans la première solution ; mais, comme le remplacement des tuyaux de plomb n'est pas absolument simple et qu'il y aura longtemps encore de ces sortes de conduites, le mieux est d'examiner dans quels cas l'eau attaque le plomb, dans quelles conditions cette action est dangereuse, ou au contraire quelles circonstances, naturelles ou voulues, protègent les consommateurs contre l'intoxication saturnine.

A l'occasion des accidents de Dessau, G. Wolffhügel a résumé les données de la chimie et de l'expérience sur ces points divers. Ce travail met en relief :

1° *L'influence capitale et décisive du mélange de l'air* avec l'eau (Yorke, Philipps, Horsford, Faiszt, Kersting, Pettenkofer, Johnson, Balard, Fordos), surtout s'il y a alternance entre l'action de l'eau et celle de l'air (Philipps, Smith, Pettenkofer, Bobierre, Besnou). L'eau pure, sans air, n'attaque pas le plomb. Avec l'air, il y a formation d'hydrate d'oxyde de plomb, soluble dans 10 à 12,000 parties d'eau. Souvent, d'après Bonsdorff, Horsford, Stalmann, Balard, R. Nichols, la formation d'oxyde serait précédée de celle d'un sous-oxyde insoluble dans l'eau et dans les solutions salines, et qui en se déposant, tapisserait la surface du métal.

Si l'air en contact avec l'eau est riche en *acide carbonique* ou que l'eau elle-même

en renferme, libre ou demi-combiné, il se forme, avec l'oxyde de plomb, du carbonate de plomb basique, très peu soluble dans l'eau (à peine 1 partie dans 4,000,000 d'eau), qui se précipite, dans les tuyaux, sur la paroi métallique. C'est une réelle protection. Cependant, si CO^2 était en excès, ce qui est rare, le carbonate de plomb passerait en partie à l'état de bicarbonate, relativement soluble (Pappenheim, Reichardt, Christison, Yorke, Graham, Hofmann, Miller, Nichols, Roscœ et Schorlemmer, Fodor, Roques).

2° *L'influence de la constitution chimique de l'eau.* — Il y a des sels qui disposent l'eau à prendre le plomb des tuyaux, d'autres qui l'en empêchent. L'action de l'eau sur le plomb dépend de la prédominance des uns ou des autres. Selon Balard, ceux qui sont une protection s'annexent eux-mêmes le plomb et se trouvent à l'état de solution saturée, tant qu'il n'y a pas d'incrustation à la surface du métal. D'ailleurs, la précipitation a lieu sous la forme pulvérulente ou sous celle d'un revêtement continu.

Ce revêtement, selon Horsford, consiste en combinaisons de l'oxyde de plomb avec l'acide carbonique, l'acide sulfurique et même d'autres; la protection serait d'autant plus assurée que la couche isolante renfermerait en outre des matières organiques et de la rouille de fer. A l'époque (1873) de l'agitation soulevée par de Laval, Belgrand, aidé de Fél. Leblanc, montra que l'eau de Paris, riche en calcaire, revêt la paroi des tuyaux de plomb d'un enduit formé de matières terreuses et de carbonate de chaux, réalisant la neutralisation déjà indiquée par Dumas. A Hanovre, F. Fischer a reconnu que la couche de sédiment d'un tiers de millimètre laissée par l'eau en treize années se composait surtout de carbonate et de sulfate de plomb avec un peu de carbonate calcique. E. Reichardt, dans l'enduit d'un demi-millimètre d'épaisseur qui recouvre les tuyaux de plomb d'Andernach, vieux de trois cents ans, a trouvé un mélange de chlorure de plomb, de phosphate et d'oxyde de plomb. L'analyse de l'enduit terreux d'un vieux tuyau de plomb qui avait servi à l'eau de la Vanne offrit à Gautier : oxyde de plomb 73,96 p. 100; chaux 1,09; magnésie 0,29; acide phosphorique 8,45; acide carbonique 1,11 ; chlore 1,25; silice, traces.

Il est à peine utile de remarquer que cet enduit n'est pas à l'abri des fissures que peuvent lui imposer la chaleur ou les atteintes mécaniques. Il peut même, un jour, être attaqué par l'eau et redissous, à la faveur d'une modification dans les propriétés de celle-ci ou dans la manière d'employer les conduites. L'enduit de carbonate de plomb, par exemple, est attaqué lorsqu'il se présente dans l'eau du chlorure d'ammonium, du nitrate ou de l'acétate d'ammoniaque, ou un fort excès d'acide carbonique.

On admet en général que l'eau prend d'autant mieux le plomb que ses proportions de matières solides dissoutes sont plus faibles. Christison exige au moins $0^{gr},125$ par litre de sels, avec prédominance des carbonates et des sulfates, pour qu'il soit permis de faire passer l'eau par des tuyaux de plomb. Mais Besnou doute que l'on puisse préciser quel est le sel qui protège le mieux.

Les *sels de chaux* passent pour les plus efficaces vis-à-vis de la production de l'enduit protecteur. Le sulfate de chaux affaiblit l'action dissolvante de l'eau sur le plomb; le carbonate de chaux la limite de la façon la plus décisive. Il suffit, selon Lissauer, de 58 milligrammes de carbonate de chaux par litre d'eau pour que l'on puisse se servir des conduites de plomb impunément. Les eaux de source ordinaires et même la plupart de celles des fleuves ne peuvent donc causer à cet égard, aucun souci.

Toutefois, il y a quelques opposants (Kersting, Napier, Clément, C. Schneider) à cette loi généralement acceptée : *que les tuyaux de plomb sont surtout attaqués par*

les eaux douces, eau distillée, eau de pluie, eaux de fleuve, et le sont très peu par les eaux dures, riches en sels terreux.

Selon Noad et Kersting, l'addition de *sels alcalins* (1 p. 100 de carbonate de soude, par exemple) élève l'action de l'eau sur le plomb; tandis que Muir assure qu'un peu de carbonate de potasse supprime cette action presque entièrement. D'après Besnou, les carbonates alcalins et le sulfate de chaux seraient d'une protection plus efficace que les chlorures des mêmes bases. Il semble, d'ailleurs, que pour la formation de la croûte protectrice, il ne suffit pas d'une certaine richesse de l'eau en sels de chaux ou de magnésie, mais qu'un adjuvant est nécessaire, lequel serait une faible proportion de carbonate alcalin et de CO^2 libre (Muir, Pettenkofer, A. Wagner).

Les *sels d'ammoniaque* favoriseraient la formation de l'enduit protecteur (Muir). Le nitrate d'ammoniaque (Kersting, Fordos), le nitrite (Medlock et H. v. Sicherer), le carbonate de la même base (Böttger) seraient surtout dans ce cas.

Le *fer*, sous toutes ses formes (G. Wolffhügel), est probablement propice à l'incrustation isolante, comme l'avait entrevu F. Varrentrapp et comme le prouve le procédé de Medlock pour la purification de l'eau dans les conduites de plomb.

Les *matières organiques* semblent devoir affaiblir l'action de l'eau sur le plomb, puisqu'elles absorbent l'oxygène et réduisent les nitrates. Cependant Graham, Hofmann, Miller, Noad, Varrentrapp prétendent le contraire. Medlock attribue l'action sur le plomb de l'eau renfermant des matières en décomposition à la formation d'ammoniaque, de nitrites, etc.

White, en Angleterre, a attribué l'action marquée sur le plomb d'une eau provenant d'un *terrain tourbeux* à ce fait que la décomposition végétale aurait mis des acides en liberté. Jarmain, dans une autre occasion, a mis les acides libres au compte de la décomposition de *pyrites de fer* et Tidy a rappelé qu'il avait démontré dans l'eau la présence d'acide sulfurique.

Tous les *carbonates* font obstacle à l'action de l'eau sur le plomb. Les *phosphates* (Christison, Frankland, Parkes, R. Nichols) forment au mieux le revêtement insoluble; Yorke, toutefois, ne regarde pas ce fait comme suffisamment démontré. Les *chlorures* élèvent l'action dissolvante de l'eau sur le métal (Horsford, Graham, Hofmann, Miller, Nevins, Miahle, Fordos, Letheby, etc.). Suivant Fordos, les chlorures ajoutés à l'eau lui permettent même de dissoudre en quelques jours l'enduit de carbonate de plomb qui s'était déposé à la faveur des bicarbonates de chaux et de magnésie. Philipps refuse l'action protectrice au *sel marin*, qui a paru, au contraire, à Gautier, retarder l'action dissolvante de l'eau. Les chlorures de calcium, de magnésium, de bore, suivant Balard, ou bien étendent sur le plomb un enduit facilement soluble, ou bien forment des précipités qui troublent l'eau.

Les *sulfates* empêchent plus ou moins le passage du plomb dans l'eau (Morveau, Philipps, Wetzlar, Muir). Cependant, ils paraissent le favoriser, le sulfate de magnésie surtout, quand ils sont en excès. Miahle et Fordos ont montré que le sulfate de plomb n'est pas insoluble dans l'eau et, suivant le premier, la présence du sel marin excite la solubilité du plomb dans le liquide gypseux. Solly affirme qu'une partie de sulfate de chaux sur 4,000 à 8,000 d'eau suffit à rendre possible la conservation de celle-ci dans des récipients en plomb.

Les *nitrates* rendent l'action de l'eau plus énergique. Horsford, Graham, Hofmann, Miller, Stalmann, Boussingault, Balard, Letheby, etc., s'accordent sur ce point. Les expériences de Kersting lui ont, cependant, semblé prouver le contraire ou, du moins, révéler la nullité de cette influence.

D'après les recherches de Crookes, Odling et Tidy, la *silice* retarde l'absorption du plomb par l'eau.

3° *L'influence des propriétés du métal des tuyaux.* — Le plomb à surface mate ou rugueuse est plus fortement attaqué que le métal poli. Toutes choses égales d'ailleurs, les tuyaux neufs sont plus dangereux (pendant quelque temps) que les vieux (Calvert, Gobley, White, Moizard). Les tuyaux de plomb *étamés* ou faits d'un alliage de plomb et d'étain donnent plus de prise que ceux de plomb pur (Nevins, J. Smith, Edwards, Elsner, etc.). Aussi les soudures sont-elles particulièrement suspectes (Walkly).

4° L'*influence de la durée du contact* est une des plus positives; il faut que l'eau ait fait plus que passer (expérience de Ritter, à Nancy), qu'elle ait séjourné quelque temps dans les tuyaux de plomb, pour se charger sensiblement des sels toxiques (Calvert, Chandler, A. Gautier, Besnou, Geissler, Steiner, Reichardt, etc.). D'où vient ce conseil : que l'on doit toujours faire couler l'eau qui a rempli les tuyaux pendant la nuit ou pendant une période de vacances, avant d'emprunter à un robinet de distribution l'eau alimentaire. Ce fut le premier remède dont on usa à Dessau.

La quantité de plomb dissous n'est pas, toutefois, proportionnelle à la durée du contact.

White, à Sheffield, a constaté que la *pression* de l'eau dans les conduites ne joue qu'un rôle secondaire dans le résultat des influences de cette nature.

La *température*, soit de l'eau, soit de l'air extérieur, agit dans le sens positif, comme l'ont établi les expériences de White et les observations de Richard, en Algérie.

On reconnaîtra, par cet aperçu, qu'il y a, dans cette question, beaucoup de points qui ne sont pas encore suffisamment éclaircis et même des contradictions (Bolley). Comme le fait remarquer Knapp, il ne convient pas de se rattacher simplement aux formules générales; il importe plutôt de rechercher les éléments dont l'influence prédomine.

Wolffhügel, après Yorke et Philipps, relève cette particularité que le plomb dissous dans l'eau n'est qu'une partie, souvent la plus faible, de celle que l'eau a prise au métal. Les molécules plombiques en suspension ne sont, cependant, probablement pas indifférentes.

La richesse en plomb que l'eau ne doit pas dépasser pour rester inoffensive est de 0^{mgr},7 par litre, selon Graham et Calvert, ou même 0^{mgr},357 suivant Angus Smith. L'eau de la Seine et l'eau de la Dhuis, dans des conditions favorables à la dissolution, n'ont pas donné à A. Gautier plus de 0^{mgr},1 de plomb par litre.

En pratique, dit cet auteur, « il n'y a pas lieu de se préoccuper outre mesure de la distribution des eaux potables par des branchements de plomb partant de la rue, à la condition que ces eaux n'y séjournent pas trop longtemps ou n'y soient pas battues avec de l'air, qu'elles ne soient pas trop surchargées d'acide carbonique, qu'elles ne viennent pas s'accumuler dans des bassins, citernes ou réservoirs de plomb, de zinc ou d'étain soudés au plomb, placés dans les habitations où l'accès de l'air favoriserait la dissolution du métal toxique; que les eaux ainsi distribuées ne proviennent pas d'eaux de pluies, n'aient pas été artificiellement aérées par leur passage préalable à travers des filtres tels que des bancs de sable ou de cailloux ; enfin qu'elles coulent à plein tuyau dans les conduites de distribution sans pouvoir s'y fouetter avec l'air. »

Les eaux de Paris, si rien ne change, de quelque origine qu'elles

soient, « sont sans action sensible sur le plomb » (A. Gautier). C'est ce qui résulte des recherches anciennes de Dumas, de Belgrand, et des expériences contemporaines de Gautier et de Schützenberger. En 1887, le fait fut encore mis hors de doute pour l'eau de la Vanne dont l'aqueduc venait d'être, pour couper court aux infiltrations, muni d'une cuvette en plomb sur la paroi interne ; après avoir laissé l'aqueduc fonctionner pendant un mois avec son nouveau revêtement, on examina soigneusement à la fois l'eau d'amont et l'eau d'aval (acide acétique et hydrogène sulfuré); dans aucun des deux échantillons il ne se produisit ni coloration brune ni précipité coloré pouvant accuser la présence de traces de plomb (Schützenberger).

Amélioration des tuyaux de plomb. — Cependant, Gautier lui-même reconnaît que les conditions heureuses des eaux de Paris pourraient être modifiées par des circonstances accidentelles. D'ailleurs, il est constant que certaines localités ont éprouvé des désastres par le fait du plomb dissous dans leur eau. Il est donc tout à fait rationnel de chercher à se mettre à l'abri, tout en conservant les tuyaux de plomb, à cause de leur bon marché et de la facilité avec laquelle ce métal se travaille.

Indépendamment des précautions à prendre dans le fonctionnement, précisées plus haut, on a voulu obtenir des tuyaux de plomb inattaquables (les tuyaux de cuivre ou de zinc ne pouvant être adoptés). Schwarz et Christison ont imaginé les tuyaux de plomb *sulfurés*, au moyen d'une solution de sulfure de potassium, ou encore *phosphatés*, dans un bain de phosphate de soude. Gautier, Wilm, recommandent ces tuyaux, que Belohoubek, Hamon, Reichardt, repoussent au contraire, comme n'offrant que des garanties insuffisantes.

Les tuyaux de plomb *étamés* ou *vernissés*, en raison de la facilité avec laquelle l'enduit se fissure ou se détache par points, ne peuvent donner qu'une sécurité illusoire. Mieux vaudraient encore les tuyaux de plomb mou, fin (Smith, Kersting, Calvert, Belohoubek, Reichardt).

La tentative qui paraît aujourd'hui couronnée de succès, à cet égard, est la fabrication de tuyaux de plomb *doublés d'étain* à l'intérieur, ou encore de tuyaux d'étain avec enveloppement de plomb, comme disent les Allemands. Ce procédé, du à l'ingénieur Hamon (Paris), a été discuté par quelques hygiénistes, tels que Reichardt, Meinel, Teuchert, au moins parce que les tuyaux ainsi construits coûtent trop cher (un tiers en plus que les tuyaux de plomb environ) et ne sont pas indispensables. Depuis lors, ils ont été conseillés à la ville de Dessau et Wolffhügel déclare qu'au point de vue sanitaire, ils ne laissent rien à désirer, *pourvu qu'ils soient parfaitement faits et soudés.*

Tels sont les faits connus. Nous croyons, néanmoins, que le vœu, formulé au congrès de Vienne (1888), par Hamon, en vue de l'interdiction des conduites de plomb pour l'amenée des eaux potables est excessif et prématuré.

En terminant cet article, mentionnons les essais, rationnels d'ailleurs, tendant à donner à l'eau qui ne l'a pas la propriété d'incruster les tuyaux

de plomb, par l'addition de gypse et de silice (Crookes, Tidy, Odling, Heyer) ou de pierre calcaire pulvérisée (Sinclair White).

Enfin, rappelons que les filtres au charbon retiennent les sels de plomb; mais que, malheureusement, ils perdent ce pouvoir bien avant le moment où ils cessent d'être perméables.

Bibliographie. — Ritter : *Les tuyaux en plomb pour la conduite des eaux potables* (Trav. des conseils d'hyg. du département de Meurthe-et-Moselle, 1879). — Richard (E.) : *Empoisonnements saturnins en Algérie* (Annal. d'hyg. publ, IV, 1880). — Rocques (X.) : *De la perforation des réservoirs en zinc et de l'attaque des tuyaux de plomb par les eaux* (Rev. d'hyg., II, p. 656, 1880). — Gautier (Armand) : *Sur l'absorption continue du plomb dans notre alimentation journalière* (Bull. Acad. de méd. 8 novembre 1881). — Du même : *Le cuivre et le plomb dans l'alimentation et l'industrie.* Paris, 1883. — Hamon (A.) : *Étude sur les eaux potables et le plomb.* Paris, 1884. — Reichardt (E.) : *Bleiröhren zur Wasserleitung* (D. Vierteljahrss. f. œffentl. Gesundhpflg, XVII, p. 565). — Aird (C.) : *Ueber einige Vergiftungen durch Leitungswasser* (Gesundheits-Ingenieur, IX, p. 569, 1886). — Pullmann : *Zur Frage der Verunreinigung des Wassers durch bleierne Leitungsröhren* (D. Vierteljahrsschr. f. œff. Gespflg., XIX, p. 255, 1887). — Richter : *Die Bleierkrankungen durch Leitungswasser in Dessau im Jahre* 1885 (D. Vierteljahrss. f. œff. Gespflg, XIX, p. 442, 1887). — Wolffhügel (G.) : *Wasserversorgung und Bleivergiftung* (Arbeiten aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte, 1887). — Du même : *Ueber blei-und zinkhaltige Gebrauchsgegenstände* (Ibid., 1887).

L'eau a la maison. — Nous avons dit, plus haut (p. 258), quelques mots qui justifient la *rétribution pécuniaire*, exigée des habitants par les municipalités, lorsque celles-ci fournissent l'eau. Cette rétribution, assurément équitable, prévient le gaspillage et, par suite, la disette d'eau, en même temps qu'elle maintient dans des limites modérées le cube d'eau usée, que la ville doit évacuer.

Les tuyaux de distribution à domicile sont, naturellement, de petit calibre.

La distribution est *continue* ou *intermittente*. Le premier mode entraîne incontestablement quelque gaspillage de l'eau ; mais le second ne va pas sans l'installation dans quelque coin de l'habitation de réservoirs, où l'on fait provision d'eau pendant que la conduite municipale est ouverte, et, par conséquent, expose aux risques de malpropreté des récipients et de souillure de l'eau. La distribution continue est évidemment préférable, dût-on imposer le compteur à eau à tout propriétaire ou locataire qui serait convaincu de gaspillage. Londres est en voie de substituer celle-ci à l'autre, dans toutes ses habitations.

La distribution intermittente emporte l'usage de *réservoirs* à la maison. Qu'il y en ait pour cette raison ou pour une autre, les préoccupations qui se sont présentées au sujet des tuyaux de plomb peuvent se reproduire, en raison de la tendance des particuliers à construire en plomb, en zinc, en un métal étamé (souvent à l'étain plombifère), ces récipients où l'eau est plus ou moins battue avec l'air et dont le métal est alternativement en contact avec l'air et avec l'eau, selon qu'ils sont vides ou pleins. Le plomb peut être attaqué plus sûrement, en raison de la durée du contact; le zinc, de même, sauf que la toxicité de ses sels est faible. Quelquefois, on munit les réservoirs d'armatures en fer ou en cuivre qui augmentent le danger. Rocques a retrouvé, dans deux échantillons de résidus retirés des réservoirs, pour 100 grammes de matières :

	1er échantillon.	2e échantillon.
Oxyde de zinc	5gr,0	11gr,67
— de plomb	2 ,01	5 ,90
— de cuivre	traces.	traces notables.

Le mélange est à l'état de silicates et de carbonates. L'attaque finit par s'arrêter lorsque le métal est recouvert d'une couche d'oxyde; mais celle-ci peut être enlevée mécaniquement ou par l'action de l'ammoniaque, qui opère un décapage spontané. Il est donc indiqué d'éloigner les réservoirs métalliques des endroits où peut se dégager de l'ammoniaque. Or, c'est précisément à la cuisine et aux water-closets que l'on s'en sert.

A. Gautier a trouvé 0gr,74 de plomb dans 100 grammes de la matière d'encroûtement du bain-marie *étamé*, annexé au fourneau de cuisine qui fonctionnait depuis sept ans dans son appartement.

Les mêmes dangers existent de la part de certaines peintures dont on revêt parfois les réservoirs en fer et, spécialement, de la peinture rouge au *minium*, même alors que celui-ci serait intitulé *minium de fer*, car il renferme encore du plomb. Toutefois, la situation des réservoirs immobiles de nos maisons n'est pas tout à fait analogue à celle du navire norvégien *Douna-Zogla*, qui arriva, en mai 1885, à Brooklyn, avec un grand nombre de saturnins dans son équipage; l'eau, dans un réservoir de navire, est agitée par le roulis et tend incessamment à détacher des parcelles de l'enduit intérieur.

La confection des *robinets* exige un soin particulier; les meilleurs sont ceux qui ferment par une vis. Chameroy a inventé un robinet qui porte son nom et qui a l'avantage de régulariser la pression dans les tuyaux, en même temps qu'il assure un écoulement intermittent; quand le robinet a versé un certain nombre de litres, l'écoulement s'arrête et il faut donner un second tour de clef pour qu'il recommence. Les inondations par négligence sont ainsi prévenues.

Il est de toute importance d'avoir des tuyaux — et, quand il y a lieu, des réservoirs, — absolument distincts pour l'eau de boisson et pour celle qui se rend aux water-closets. Le mieux est de rompre la continuité du tuyau qui se rend à la cuvette des latrines et de le munir d'un orifice libre, fermant à robinet, *au-dessus* d'un réservoir spécial dont le tuyau d'écoulement aboutit à la cuvette. Si, par des variations de pression, les gaz des latrines remontent dans les conduites d'eau, ils ne dépasseront pas le réservoir affecté exclusivement au nettoyage et à l'entraînement des matières excrémentitielles.

Dans les pays froids et en hiver, les particuliers auront grand soin de mettre les tuyaux et leurs dépendances à l'abri de la gelée; il y va non seulement de la continuité de l'approvisionnement d'eau, mais de la sécurité de la maison. Une fissure a bientôt fait de donner passage à une inondation au moins incommode et compromettante pour les maçonneries.

Enfin, il est nécessaire d'organiser la *surveillance des fuites et pertes d'eau*. Le mieux serait que cette organisation fût municipale, comme à Liverpool et à Cincinnati (Wazon). Cependant, la *Sanitary Protection Asso-*

ciation, qui s'est formée en Angleterre, rend de grands services dans la recherche des fissures et des dislocations des tuyaux de conduites, qui est une partie de ses attributions (Vallin). Du reste, on a inventé un certain nombre d'appareils *avertisseurs* des fuites (système Deacon, de Liverpool; microphone de Kümmel, etc.).

Bibliographie. — GRAHN (E.) : *Die städtische Wasserversorgung*. München, 1878. — THIEM (A.) : *Die Wasserversorgung der Stadt Leipzig*. Leipzig, 1879. — DENTON (J. Bailey) : *House sanitation, Water supply*, etc. London, 1879. — MASQUELEZ : *Établissement d'eau de la ville de Lille*, 2e éd. Paris, 1879. — BROWN (J. H. B.) : *Water supply* London, 1880. — SALBACH (B.) : *Wasserversorgung der Gebäude* (Handbuch der Architektur, IV, Darmstadt, 1881). — VARRENTRAPP (G.) : *Wasserversorgung der Stadt Augsburg* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflge, XIII, p. 417, 1881). — BELGRAND : *Les eaux nouvelles*. Paris, 1884. — BISCHOFF (C.) : *Wasserversorgung im Grossen* (Handb. des öffentl. Gesundheitswesens, II, 2, Berlin, 1882). — BÖRNER (Paul) : *Hygienischer Führer durch Berlin*. Berlin, 1882. — COMMISSION TECHNIQUE DE L'ASSAINISSEMENT DE PARIS : *Travaux et voyages*. Paris, 1882-1883. — VALLIN (Em.) : *L'hygiène à Londres*. L'eau (Rev. d'hyg., V, p. 353, 1883). — COUCHE : *Les eaux de Paris* (Rev. d'hyg., V, p. 445 et 540, 1883). — HÖNIGSCHMIED (Joh.) : *Ein Fall von Massenvergiftung durch bleihaltig verzinnte Kupferkessel* (Centralblatt f. allgem. Gesundheitspflege, II, p. 20, 1883). — FRANKLAND (F.) : *The London Water supply* (Brit. medic. Journal, 3 mars, 1883). — REUILLET : *La question des eaux à Roanne*. Roanne, 1884. — VALLIN (E.) : *Le contrôle des pertes et fuites des services publics d'eau* (Rev. d'hyg., VI, p. 373, 1884). — GRAHN (E.) : *Die Art der Wasservorgung der Städte des deutschen Reiches mit mehr als* 5000 *Einwohnern* (Centr.-blatt f. allgem. Gesundheitspflege, III, p. 134, 1884). — VILLARET : *Distribution et consommation des eaux à Berlin* (Semaine médicale, 12 août, 1885). — COMITÉ CONSULTATIF D'HYGIÈNE PUBLIQUE DE FRANCE : *Alimentation en eau des villes et des communes* (Recueil des travaux du Comité, t. XV, p. 342, 1886 et t. XVI, p. 570, 1887). — MOSNY : *L'eau potable à Vienne*, etc. (Rev. d'hyg., X, p. 18, 1888).

Consulter. — GÄRTNER (A.) : *Ueber die Beurtheilung der hygienischen Beschaffenheit der Trink-und Nutzwassers nach dem heutigen Stande der Wissenschaft* (VIe Congrès internat. d'hygiène à Vienne en 1887). — HUEPPE (Ferdin.) : *Der Zusammenhang der Wasserversorgung mit der Entstehung und Ausbreitung von Infectionskrankheiten und die hieraus in hygienischer Beziehung abzuleitenden Folgerungen* (Ibid.). — ZIEGELER (G.-A.) : *Die Wasserverhältnisse Stralsunds* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gespflge, XIX, p. 477, 1887).

CHAPITRE III

DE L'ATMOSPHÈRE

Air et atmosphère. — L'*air* est un composé d'oxygène et d'azote ; mais l'*atmosphère* est un milieu, de constitution et de propriétés complexes, d'une analyse plus longue et plus délicate que l'air, entendu dans le sens chimique. D'autant plus que celles de ces propriétés qui s'éloignent de la définition chimique de l'air sont incessamment variables, et néanmoins, par leurs variations mêmes, intéressent l'hygiène au plus haut degré.

Quand on considère que l'air est le premier élément de la vie et celui dont le besoin est le plus continu; que l'enfant qui vient de naître respire énergiquement l'air bien avant de prendre le sein de sa nourrice, et que l'homme respire seize à dix-huit fois par minute, tandis qu'il ne mange que deux ou trois fois par jour, faisant passer 8 à 9,000 litres d'air par son économie dans le même temps qu'il consomme 2 à 3 litres d'eau; on est porté

à attacher une importance de premier ordre aux circonstances de la constitution de l'air par lesquelles il répond à notre fonction de respiration, à l'inéluctable nécessité de l'oxygénation du sang. Et l'on ne saurait dire que ce soit une erreur de céder à cette tendance. Pourtant, dès que l'on pénètre dans la pratique, on ne tarde pas à reconnaître que les circonstances dans lesquelles l'air devient dangereux, non par la privation, mais par la simple diminution de son élément respirable, sont de beaucoup les plus rares et que d'ordinaire l'air appelle la sollicitude de l'hygiène parce qu'il s'est fait le véhicule de substances totalement étrangères à sa conception chimique ou qu'il a acquis des propriétés qui ne s'y rattachent pas davantage. Ce n'est plus la respiration qui est menacée, mais quelque autre fonction vers les organes de laquelle la respiration a simplement servi de grande route. Et ce sont justement ces conditions surajoutées, fortuites, variables, qui doivent et qui vont tenir la plus grande place dans cette étude. L'hygiène envisage l'*atmosphère;* l'air n'en est que l'élément fondamental, auquel s'enchevêtrent d'autres agents d'une influence considérable sur les modalités de la vie. C'est à la fois un *milieu* et un ensemble de *modificateurs.*

L'*atmosphère* est cette masse gazeuse qui environne notre globe sur une épaisseur de 60 à 80 kilomètres (quelques-uns disent 150 à 200 kilom.). Au point de vue de l'hygiène, sa constitution peut être présentée ainsi qu'il suit :

ATMOSPHÈRE.

Éléments normaux...	*essentiels....*		Oxygène, Azote.
	accessoires...		Vapeur d'eau. Acide carbonique.
Éléments accidentels.	*gazeux......*		Oxyde de carbone, Ammoniaque, Hydrogène sulfuré, carboné, etc.
	solides	Poussières	inorganiques.
		Id.	organiques et germes.

De plus, l'atmosphère est plus ou moins *pesante*, plus ou moins *chaude*, plus ou moins en *mouvement*, traversée par la *pluie*, chargée d'*électricité*. Ces divers états embrassent la MÉTÉOROLOGIE et sont la base de la distinction des CLIMATS.

I. — Éléments normaux de l'atmosphère.

On sait, d'après Scheele, Priestley et Lavoisier, que l'air est composé d'*oxygène* et d'*azote*. Les proportions sont, moyennement : oxygène 20,9; azote 79,1. En tenant compte de l'acide carbonique, Angus Smith donnait les chiffres suivants :

	AIR ATMOSPHÉRIQUE POUR 100 VOLUMES.	
	Air pur.	Air extérieur mélangé.
Oxygène....................	20,99	20,96
Azote........................	78,98	79,00
Acide carbonique	0,03	0,04
	100,00	100,00

En comprenant la *vapeur d'eau* parmi ces éléments, l'atmosphère de Berlin (Roth et Lex) renferme :

Oxygène	20,74
Azote	78,26
Acide carbonique	0,04
Vapeur d'eau	0,96
	100,00

De ces éléments, les trois premiers constituent l'air à proprement parler, l'air chimique, et qui est absolument en rapport avec la fonction de respiration. Il n'en est plus de même de la vapeur d'eau, qui, contrairement aux autres, varie de proportion dans des limites très étendues; qui n'est point, comme l'azote, le véhicule de l'oxygène et dont la quantité relative n'oscille pas en raison inverse de celle des autres éléments, ainsi qu'il arrive entre l'oxygène et l'acide carbonique.

Oxygène et Azote. — L'oxygène est l'agent actif des combustions vitales qui s'accomplissent dans tout organisme vivant, végétal ou animal. La respiration est tout d'abord l'introduction d'oxygène (environ 24 litres par heure) chez l'homme.

Un très petit nombre des êtres les plus infimes se passent d'oxygène libre. L'air fournit également son oxygène à la combustion des détritus organiques enfouis dans la terre et à leur transformation en matériaux neufs, et c'est pour cela que, précédemment, nous avons attaché tant d'importance aux échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère et à la production de gaz d'oxydation dans le sol.

On regarde comme bonne la proportion de 20,96 p. 100 ou même de 20,90 d'oxygène dans l'air. Liebig et Graham acceptent 20,9. Smith estime que l'air commence à être mauvais quand il n'a que 20,6. Bunsen, dans 28 analyses de l'air de Heidelberg, obtenait de 20,84 à 20,97 et indiquait comme moyenne 20,944. Regnault fixait le chiffre de 20,96 comme la moyenne de 100 analyses faites à Paris. D'autres l'élevaient davantage; Gay-Lussac et Humboldt à 21,00; de Saussure à 21,05; Berthollet, Davy, Thomas, Thomson, Vogel, Hermbstädt, à 21,00 et même 21,59. Voici, au surplus, quelle a été la richesse en oxygène de l'air examiné en différents lieux :

D'APRÈS REGNAULT.

			Oxygène de l'air.	
100 analyses :	Paris	de	20,913 à	20,999
9 —	Lyon et environs		20,918	20,966
30 —	Berlin		20,908	20,998
10 —	Madrid		20,916	20,982
23 —	Genève et Suisse		20,909	20,993
15 —	Toulon et Méditerranée		20,912	20,982
5 —	Océan Atlantique		20,918	20,965
1 —	Équateur		»	20,960
2 —	Mont Pichincha		20,949	20,981
	Moyennes		20,919 à	20,988
	Moyenne de Paris... 20,96.			

Les proportions trouvées par Angus Smith sont : à Londres, 20,95 et même,

au milieu de Hyde-Park, 21,005 ; à Glasgow, 20,889 à 20,929 ; à Manchester, de 20,91 à 20,98; en Écosse, 20,922 dans les points déprimés et 20,98 au sommet des collines.

La météorologie du moment semble avoir quelque influence. Macagno, à Palerme, constate 20,92 d'oxygène par le temps sec et seulement 19,99 par la pluie. Jolly obtient le maximum quand souffle le courant polaire et le minimum avec le courant équatorial (le *fœhn, favonius*). Les régions équatoriales consommeraient donc plus d'oxygène, par suite des décompositions organiques et malgré une végétation puissante. L'hygiène gagne peu, du reste, à cette notion.

La proportion d'oxygène s'abaisse sensiblement dans les abris clos. Elle était, selon Angus Smith, de 20,70 dans le tunnel du *Metropolitan Railway* et dans certaines chambres de maison; de 20,74 à 20,86 dans un théâtre; 20,84 dans une chambre étroite; 20,89 dans un salon.

Elle est basse au fond des puits de mines; 20,42 (A. Smith) et plus encore dans certaines « grottes empoisonnées ». A la grotte des Fées (Saint-Maurice), Forel trouve : oxygène 15,33; azote 82,66; acide carbonique 1,99.

Dans les mines, l'oxygène diminue par suite des combinaisons chimiques spontanées et par la déflagration de la poudre.

P. Moyle a trouvé comme moyenne, en dix-huit points différents des mines de Cornouailles, la proportion 16,87 p. 100, que Smith pense devoir être rectifiée à 17,55. Dans les cas extrêmes, 14,51 et 14,76 (que Smith croit devoir porter à 15,51 et 15,74), les lampes brûlaient avec difficulté et quatre hommes moururent. Félix Leblanc, analysant l'air des mines de Poullaouen et de Huelgoat, en Bretagne, où les pyrites de cuivre absorbent de l'oxygène sans produire d'acide carbonique, constate les résultats suivants de cette raréfaction pure et simple de l'oxygène :

A. Dans un endroit où il n'y a plus que 16,7 p. 100 d'oxygène, la respiration est peu gênée, mais l'air est trouvé *faible* par les mineurs ;

B. Avec 15,5 d'oxygène, on peut respirer d'une manière continue et sans trop de difficultés;

C. Avec 9,8 d'oxygène, l'air est asphyxiant et au bout de 1 à 2 minutes on se sent pris de défaillance.

La raréfaction va jusqu'à 13 p. 100 d'oxygène dans les mines du Harz (Hausmann) ; 13,8 dans les houillères (Bunsen) : 4,88 dans un trou de mine, immédiatement après l'explosion (Poleck), et 12,73 un quart d'heure après.

Il est remarquable que l'on ait maintes fois constaté une moindre proportion d'oxygène aux grandes hauteurs que sur les bas niveaux. Tandis que neuf observations faites à Paris donnaient à Dumas et Boussaingault une moyenne de 20,864, cinq autres sur le Faulhorn n'aboutissaient qu'à 20,774. W. Allen-Miller trouvait, en août 1852, 20,88 d'oxygène dans un air rapporté par un ballon d'une hauteur de 18,000 pieds, pendant que l'air au niveau du sol marquait 20,92. Frankland reconnaît aux Grands-Mulets, la proportion de 20,802 (avec 0,111 pour 100 d'acide carbonique); au sommet du mont Blanc, 20,963 d'oyygène (et 0,061 de CO^2); à Chamounix, 20,894 (et 0,63 CO^2). Saussure pensait qu'il s'agit ici d'une réelle augmentation d'oxygène au voisinage du sol, par ce fait que les végétaux décomposent l'acide carbonique et rendent de l'oxygène à l'atmosphère. A. Smith croit, au contraire, qu'il y a une augmentation d'acide carbonique dans les régions supérieures par l'oxydation des particules organiques qui flot-

tent dans l'air. Les voyageurs Schlagintweit ont aussi constaté que les proportions d'acide carbonique croissent jusqu'à 11,000 pieds de hauteur. Truchot, au contraire, assure qu'elles diminuent au-dessus de 1,000 mètres. Nous avons vu que l'air est très pur au sommet des collines d'Écosse.

Liebig et Hoppe-Seyler ont fait le calcul, plus curieux qu'utile, du temps qu'il faudrait à un milliard d'hommes pour consommer tout l'oxygène actuellement existant, concurremment avec les divers foyers qui en absorbent, et en supposant qu'il n'en soit pas restitué. Les chiffres obtenus sont entre 450,000 et 800,000 ans. Mais il est restitué une grande masse d'oxygène, comme on sait, par les plantes, qui décomposent CO^2 et fixent le carbone.

L'azote (79,1 p. 100) n'augmente que par diminution de l'oxygène. Son rôle est d'être tout d'abord le véhicule et comme le températeur de l'oxygène, qui détruit, en réalité, les organismes, puisqu'il ne les fait fonctionner que par combustion de leur substance et des matières de réparation (Ch. Kopp). Il rend possible la pression atmosphérique sous laquelle nous vivons; à une pression pareille, l'oxygène pur est un poison (Jourdanet).

Bien que tous les organismes vivants renferment de l'azote, ils ne le prennent pas simplement à l'atmosphère, comme ils le font de l'oxygène. Cependant, l'azote de l'atmosphère est la grande réserve de cet élément, indispensable à la structure des animaux et même des végétaux. Ville (1850) avait soupçonné que les plantes peuvent s'emparer directement de l'azote atmosphérique. Berthelot a démontré que le fait se réalise effectivement sous l'influence de l'électricité et qu'en outre, les sols argileux, sables et kaolins, à la faveur des microorganismes qu'ils renferment, fixent directement et incessamment de l'azote libre, de 16 kilogr. (sable) à 32 kilogr. (kaolin) par hectare et par an.

Ozone et Antozone. — L'ozone passe pour un simple état allotropique de l'oxygène, dû à l'action de l'électricité ou de quelque autre force sur ce gaz. Trois volumes d'oxygène se condensent en deux, l'un de ces volumes prenant l'électricité de nom contraire à celle des deux autres $\left(\overset{-}{O}\overset{+}{O}\overset{-}{O}\right)$. La densité devient une fois et demie plus grande que celle de l'oxygène, et le poids de la molécule s'élève de 32 à 48. L'ozone, en présence de l'eau à 100°, se décompose lentement et repasse à l'état d'oxygène ordinaire. Il est peu soluble dans l'eau (1/2 vol. à 0°). C'est un gaz incolore, mais s'accusant par une odeur phosphorée telle que celle que l'on perçoit sur le passage de l'étincelle électrique (Meymott Tidy).

L'ozone peut être obtenu par le passage de l'étincelle électrique à travers l'oxygène. Dans l'électrolyse de l'acide sulfurique dilué, l'oxygène mis en liberté au pôle positif contient jusqu'à $\frac{1}{250}$ de son volume d'ozone. La combustion lente du phosphore à l'air, de l'éther, des huiles volatiles, ozonise une portion de l'oxygène de l'air. Dans la nature, l'électricité atmosphérique est la plus grande source d'ozone; l'oxygène que rendent les plantes sous l'influence de la lumière solaire en renferme, d'après de Lucca : les

recherches de Hinzinger lui auraient démontré qu'il n'en est rien. Les plantes aromatiques, les fleurs (Mantegazza); le suc des champignons (Schönbein, Phipson); les processus de fermentation et de putréfaction (Phipson), déterminent le passage de certaines proportions d'oxygène à l'état d'ozone. Pourtant, l'air n'en renferme jamais plus de $\frac{1}{700,000}$ de son volume (Houzeau).

On sait que les premières notions positives sur l'ozone sont dues à Schönbein (1840).

Selon Meymott Tidy, il y a plus d'ozone pendant la nuit que pendant le jour; c'est au lever du soleil qu'on trouve le maximum; il y en a plus en hiver qu'en été et moins en automne; plus sur les hauteurs que dans les bas-fonds; plus sur le littoral que dans l'intérieur du continent; plus à la campagne que dans les villes, après les orages qu'en temps calme, par la sécheresse que par l'humidité, par le vent d'ouest que par le vent d'est (en Angleterre). Il n'y en a pas d'ordinaire, dans les habitations (Wolffhügel). On en trouve davantage, suivant Ebermayer, dans les forêts et moins dans les lieux sans arbres, plus en rase campagne et moins dans les lieux humides; dans les forêts, plus au faîte des arbres que près du sol. Il est rare ou nul par les temps très couverts et dans l'air humide. Il y en a peu au-dessus des marécages dans la saison où la décomposition des matières végétales est le plus active. Toutefois Burdel prétend le contraire et Grellois assure qu'il y en a plus là qu'aux alentours.

L'ozone est un oxydant énergique. Probablement hâte-t-il la combustion des matières organiques azotées, phosphorées, sulfurées, dont la putréfaction lente ne se fait pas sans dangers pour les humains. Peut-être même est-ce un agent destructeur des germes qui accompagnent régulièrement la putréfaction. Dans la proportion de 1 d'ozone sur 240, l'oxygène est rapidement mortel pour les animaux; il détermine de la congestion pulmonaire, de l'emphysème, de la distension des cavités droites du cœur. On conçoit qu'à un taux moindre l'ozone soit encore un irritant des voies respiratoires et ait pu être regardé comme jouant un rôle important dans les épidémies de *grippe;* qu'enfin, dans des proportions moyennes, il soit un excitant utile et rende l'air de la campagne plus *vif* que celui des villes, comme l'entendent Houzeau et Fonssagrives.

Les savants qui ont fait de l'ozone l'objet de leur étude de prédilection ont imaginé des *Ozonomètres* à la portée de tous. En général, l'ozonomètre est un papier préparé avec l'amidon à l'iodure de potassium : l'ozone oxydant le métal fait apparaître la teinte bleue de l'iodure d'amidon, d'autant plus accentuée que la décomposition est plus parfaite, c'est-à-dire l'ozone plus abondant. Une échelle colorée, préparée d'avance à l'aide d'essais convenables, permet d'obtenir par comparaison et très rapidement le degré ozonométrique. Malheureusement, les résultats, comme on pense, ne sont qu'approximatifs (en France, on se sert du papier Schönbein et de l'*Ozonoscope Salleron*).

On finit même par reconnaître à peu près d'un commun accord l'inanité

des indications du papier ozonométrique (Houzeau, Berthelot, Daremberg, Louvet, Borius et Daniel, Wolffhügel, Renk, Schöne). En effet, le peroxyde d'hydrogène, les acides nitreux et nitrique, etc., décomposent le papier ioduré. En revanche, les acides sulfureux et sulfhydrique pâlissent la coloration bleue. On ne sait jamais, dit Wolffhügel, quelle quantité d'air a passé sur le papier ozonométrique; or, cette quantité diffère beaucoup selon la force du vent. L'air sec, ozonisé ou non, n'agit pas sur le papier; d'où Schöne conclut que c'est là une mesure de l'hygrométrie autant que de l'ozone. Aussi trouve-t-on beaucoup de celui-ci dans l'air des marais.

Bien plus, Schöne met en doute l'existence même de l'ozone dans l'air et rapporte à l'*Antozone*, c'est-à-dire au peroxyde d'hydrogène, dont il existe $0^{mgr},182$, en moyenne, dans 1 litre d'eau de pluie, tous les effets que l'on a attribués au premier. (Les courants équatoriaux sont plus riches que les vents polaires en H^2O^2.)

A cette mesure, on appréciera les tentatives faites pour utiliser, en étiologie et en hygiène, les observations ozonométriques. Elles n'ont donné rien de précis. Onimus, cependant, à l'occasion du choléra de Marseille (1884), a cru pouvoir faire remarquer que, d'après ses constatations, les recrudescences de mortalité cholérique ont coïncidé avec les maxima d'ozone en juillet et août.

A Montsouris, on dose l'ozone *en poids* en faisant passer l'air, aspiré au moyen d'une trompe, à travers un liquide formé de 20 centimètres cubes d'eau distillée, 2 centimètres cubes de dissolution d'*arsénite de potasse* mélangé d'iodure de potassium pur. L'oxygène ozonisé transforme partiellement l'arsénite en arséniate; l'iodure de potassium ne sert qu'à activer la réaction. On évalue à l'aide d'une dissolution d'iode titrée le poids d'arsénite restant, par conséquent le poids d'arsénite transformé et par suite celui de l'oxygène qui a servi à cette transformation. Ce poids, multiplié par 3, est le *poids de l'ozone*.

Ce procédé est évidemment plus exact que l'emploi du papier. Reste à savoir si l'ozone a quelque importance en hygiène.

Acide carbonique. — L'acide carbonique est un élément normal, non de l'air, mais de l'atmosphère; si, même, l'on ne considère pas exclusivement les animaux, c'en est un élément essentiel, car le jour où il disparaîtrait de l'atmosphère, il n'y aurait plus de végétation possible. Les proportions de ce gaz dans l'air ont été bien plus considérables dans les temps géologiques qu'aujourd'hui et ont permis la formation des assises puissantes de houille, qui sont actuellement la plus riche réserve de carbone. Elles ont également fourni l'acide fixé dans les coquilles des mollusques et dans les terrains qui forment la croûte solide du globe; celui-là est définitivement perdu pour la circulation vitale.

La *proportion actuelle* d'acide carbonique dans l'air libre n'est pas de 4 p. 10,000, comme l'indiquaient les anciens chimistes, Saussure, Boussingault, Verver. Elle atteint tout au plus 3 p. 10,000 et serait plutôt un peu au-dessous.

Acide carbonique pour 10,000 *d'air.*

Auteurs.	Localités.	CO^2 p. 10,000
TRUCHOT	Clermont, par le beau temps	3,30
REISET	Campagne près de Dieppe	2,94
—	Dans une jeune forêt	2,91
—	Dans les champs, au même moment	2,90
—	Dans un champ de trèfle rouge en fleur	2,89
—	Dans l'espace libre, au même moment	2,91
—	D'après de nouvelles recherches	2,978
RISLER	Calèves (Suisse)	3,035
LÉVY et MARIÉ-DAVY	Montsouris (moyenne)	2,98
ARMSTRONG	Grasmere (Westmoreland), de jour	2,96
—	— — de nuit	3,299
MÜNTZ et AUBIN	A la campagne, de jour	2,88
— —	— de nuit	3,00
— —	Pic du Midi, (2877 mètres)	2,86
FARSKY	Autriche	3,43
ANGUS SMITH	Écosse, campagne et hauteurs	3,36
—	Manchester (banlieue)	3,40
—	Londres (points découverts)	3,01
CLEASSON	— —	2,79
STORER	Boston, public Garden	3,00

Les membres des diverses missions envoyées en 1884 pour observer le passage de Vénus sur le soleil, au Mexique, en Floride, à la Martinique, à Haïti, au Chili, ont toujours obtenu des chiffres inférieurs à 0,280 p. 1000.

Les *sources* de l'acide carbonique de l'air sont : le sein de la terre, d'où il s'échappe par les volcans, par certaines excavations telles que les grottes fameuses *du Chien* (Naples), *des Fées* de Saint-Maurice, les *vallées empoisonnées* de Java; avec les eaux minérales (Ems, Vichy, Marienbad) ; — mais surtout les combustions organiques qui s'accomplissent pendant la vie de tous les animaux et végétaux (chez ces derniers, pendant la nuit seulement) et après leur mort; enfin, les divers foyers de chauffage ou d'éclairage, domestiques ou industriels. Comme la respiration chez l'homme et chez les animaux, avec les phénomènes de décomposition organique, est l'une des sources les plus puissantes de CO^2 et que, dans ces cas, celui-ci représente de l'oxygène disparu, les hygiénistes ont pu légitimement le prendre comme l'*indicateur* et la mesure de la souillure de l'air.

Contre l'élévation des proportions de CO^2 dans l'air lutte incessamment la fixation de carbone par les végétaux, pendant le jour et par les parties vertes, avec restitution d'oxygène à l'atmosphère. Un hectare de forêt emprunte 2,000 kilogr. de carbone à CO^2 par an. Il n'y en aurait plus au bout de 172 ans dans l'air, suivant Hoppe-Seyler, si les combustions qu'on vient de dire ne le restituaient au fur et à mesure de sa destruction.

La pluie et la neige, à vrai dire, qui renferment en moyenne $1^{cc},732$ d'acide carbonique par litre (Reichhardt, Parkes, Nowack), en rendent de notables proportions à l'atmosphère. L'Allemagne, qui reçoit 700 millimètres d'eau météorique par an, serait couverte, suivant Renk, d'une couche de $1^{mm},2$ d'épaisseur d'acide carbonique de cette provenance.

Les couches superficielles du sol, dans lesquelles ont lieu les phénomènes de décomposition des matières organiques mortes, renferment un

air très riche en CO^2, comme on l'a vu. Le professeur Fodor, à qui nous devons, sur ce point, de si remarquables études, regarde le sol comme étant de beaucoup la source la plus importante d'acide carbonique. De plus, il serait le *régulateur* des proportions de ce gaz, dans l'air libre, en ce qu'il en fournit à l'atmosphère, lorsque la tension normale de CO^2 s'y abaisse, et qu'au contraire il en absorbe quand cette tension à l'extérieur est en excès. Cette manière de voir ne semble pas entièrement en concordance avec les expériences de Wolffhügel, qui trouva, dans l'atmosphère de Munich, les couches supérieures de même constitution que les couches au niveau du sol, et de Renk, qui démontra expressément l'appel exercé sur l'air du sol par les maisons, appel déjà mis en vue par les observations de Pettenkofer, Cobelli, etc.

Le véritable régulateur de CO^2, selon Schlœsing, serait la mer, par les carbonates qu'elle contient. Lorsque l'acide est en excès dans l'atmosphère, les carbonates marins lui en prennent pour se transformer en bicarbonates; si CO^2 diminue, ces bicarbonates en cèdent à l'atmosphère et repassent à l'état de carbonates.

Ainsi subordonnées à des causes de production et de destruction d'intensité variable, les proportions de CO^2 de l'atmosphère sont nécessairement sujettes à des oscillations dont quelques-unes ont une certaine régularité. A la vérité, elles s'exercent dans des limites modérées et jusqu'à présent n'intéressent l'hygiène que parce qu'elles dénoncent l'activité de certains foyers de décomposition et de putridité, sans avoir par elles-mêmes une influence sensible sur la santé.

La proportion est plus élevée la nuit que le jour; plus par les temps couverts qu'avec le ciel serein. Sous ce dernier rapport, les quantités de CO^2 marchent en raison inverse de la luminosité de l'air (Lévy et Allaire, à Montsouris).

Auteurs.	Localités.	CO^2 p. 10,000
REISET	Paris pendant le jour	2,891
—	— — la nuit	3,084
—	— — avec du brouillard	3,166
MÜNTZ et AUBIN.	Paris, ciel couvert	3,22 à 4,22
—	— ciel serein	2,89 à 3,10
—	à la campagne, de jour	2,88
—	— de nuit	3,00
ARMSTRONG	Grasmere, de jour	2,960
—	— de nuit	3,299
FODOR	Budapest, de jour	4,18
—	— de nuit	4,26

D'après le voyageur Zittel et d'après Pettenkofer, l'air des déserts africains est tout aussi riche en CO^2 que celui de nos vallées.

En ce qui concerne l'influence de l'altitude, on a déjà vu dans l'article précédent (*Oxygène*) que les témoignages ne concordent pas et que cette question reste indécise. Dans son voyage aérien des 23 et 24 mars 1875, G. Tissandier trouva 2,4 CO^2 pour 10,000 à 890 mètres de hauteur et 3 p. 10,000 à 1,000 mètres. D'où il résulterait que CO^2 augmente en raison

de l'ascension verticale. Mais Truchot, en 1873, faisait connaître les résultats suivants, qui concordent avec ceux de Wollny (1886) :

Proportions d'acide carbonique aux grandes hauteurs.

Hauteur.	Température.	Pression.	CO^2 p. 10,000 vol. d'air.
359 mèt.	25° C.	0m,725	3,13
1446	21	0 ,638	2,03
1884	6	0 ,57	1,72

On conçoit, d'après ce qui précède, que les proportions de CO^2 dans l'air ne se ressemblent pas d'une saison à l'autre, d'une année à l'autre, etc. C'est, effectivement, ce qui ressort des observations prises à Montsouris. Marié-Davy fait remarquer que l'élévation des chiffres de CO^2 coïncide avec les années humides et les mauvaises récoltes. Le tableau ci-après est intéressant au point de vue des *oscillations annuelles* et *saisonnières* des proportions de CO^2 atmosphérique.

25. *Volume, exprimé en litres, d'acide carbonique renfermé dans* 100^{m3} *d'air du parc de Montsouris.*

	1877.	1878.	1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	Moy.
	lit	lit	lit	lit	lit	lit	lit	lit
Janvier......	28,0	33,3	35,6	26,5	29,7	28,6	31,7	30,6
Février......	28,2	33,5	35,5	27,7	27,6	29,0	26,9	29,7
Mars........	27,6	32,2	35,7	27,0	26,7	30,0	26,8	29,7
Avril........	27,0	33,1	35,8	24,3	28,6	31,1	27,3	29,7
Mai.........	27,8	35,9	35,6	25,4	26,9	28,5	27,7	29,8
Juin........	27,9	35,1	35,6	28,4	27,6	29,5	28,7	30,4
Juillet......	27,7	35,2	34,6	27,7	26,9	28,7	29,5	30,0
Août........	26,7	35,0	33,2	26,1	28,4	28,3	28,6	29,6
Septembre ..	28,0	34,7	33,0	26,1	27,6	29,3	28,9	29,7
Octobre.....	26,8	35,3	30,4	27,1	27,1	26,6	30,9	29,2
Novembre...	30,8	35,4	25,5	28,3	26,6	25,8	30,1	28,9
Décembre...	34,4	35,5	24,5	29,2	28,1	27,4	29,9	29,9
Moyennes.	28,4	34,5	32,9	27,0	27,7	28,6	29,0	29,8

On pourrait craindre que l'énorme multiplicité des combustions vitales et autres, qui s'accomplissent dans l'intérieur des grandes villes, élevât d'une façon fâcheuse la proportion d'acide carbonique *dans l'air urbain*. Il n'en est rien, heureusement; ou plutôt l'élévation du chiffre de CO^2 n'est qu'une fraction insignifiante du taux normal (0,067 p. 1,000 en plus, en moyenne, selon Renk). Même à Manchester, qui produit par jour près de 8 millions de mètres cubes d'acide carbonique (Angus Smith), la diffusion de ce gaz dans l'air est si rapide qu'on s'aperçoit à peine d'une augmentation.

Acide carbonique dans l'air des villes.

Auteurs.	Localités.	CO^2 p. 10,000 d'air.
Angus Smith..........	Genève	4,68
—	Madrid......................................	5,16
—	Pesth et environs............................	4,136
—	Glasgow, lieux découverts, hiver...........	4,61
—	— lieux fermés........................	5,39
—	— Stirling-square (*Sanitary-depart*).	3,38
—	Manchester, dans les rues..................	4,42
—	— par le brouillard...............	6,79
—	Londres, dans les rues.......................	3,41
—	— moyenne de la Cité..............	4,39

PETTENKOFER..........	Munich..........................	5,00
LANGE et WOLFFHÜGEL.	—	3,76
BOUSSINGAULT.........	Paris..........................	4,00
REISET...............	—	3,027
MACAGNO..............	Palermo..........................	3,60
FODOR................	Klausenburg..........................	3,80
—	Budapest..........................	3,89

Les conséquences de la combustion respiratoire et de celle des matières carbonées dans les foyers sont plus graves dans les abris clos et spécialement *dans les habitations* privées ou, surtout, collectives. Il se passe, toutefois, ici, un fait assez constant, à savoir, que l'acide carbonique n'occupe pas les couches inférieures de l'atmosphère, comme pourrait le faire croire son poids spécifique élevé (1,52; l'air pesant 1). Il y a même plus qu'une simple *diffusion*, comme l'a fait remarquer Pettenkofer; de réels courants, dus principalement aux inégalités de température, entraînent CO^2 et le mélangent énergiquement à l'air. Dans les pièces habitées, il y en a plus à 4 mètres de hauteur qu'au ras du sol.

Acide carbonique dans l'air confiné.

Auteurs.	Lieux.	CO^2 p. 10,000 air.
SMITH............	Tunnel du Metropolitan Railway, Londres....	14,52
—	Palais de la Chancellerie (*Chancery-Court*)...	19,75
—	Strand-Théâtre (galeries)............	10,1
—	Le même, à un certain moment de la soirée..	21,8
—	Théâtre de la Cité (parterre)............	25,2
—	Standard-Théâtre (parterre)............	32,0
E. THOMSON.......	Écoles publiques à Philadelphie............	13,15
STORER et PEARSON.	Écoles publiques à Boston............	14,5
KEDZIE...........	Écoles publiques de Michigan............	24,0
O. KRAUSE........	Annaberg, cinq écoles............	39,9
PETTENKOFER......	Écoles après deux heures de classe............	62,0
ŒRTEL...........	Wilhelm's Gymnasium (mars)............	55,8
—	Le même (juin)............	22,9
BARING...........	Écoles populaires (la plupart)............	90,0
NICHOLS..........	École du dimanche, après une heure de classe.	29,51
WILSON...........	Voitures publiques (à vapeur ou non)........	23,00
DE CHAUMONT......	Prison de convicts à Portsmouth............	7,20
—	Baraques d'Aldershot (intérieur)............	9,76
—	Baraques d'Anglesey............	14,04
—	Casemates du fort Elson............	12,09
—	Hôpital militaire de Portsmouth............	9,76
—	Portsmouth civil infirmary............	9,28
—	Herbert Hospital............	4,72
—	Prison militaire d'Aldershot (cellules)........	16,51
—	Pentonville prison (cellules), *Jebb's system*...	9,89
A. BRAUD.........	Brasserie à Paris (11 h. soir)............	23,8
—	Salle de bal (après 4 h. 30)............	29,0
—	Amphithéâtre de cours (à la fin du cours)....	80,6
—	Petite chambre à coucher (8 h. 30 de séjour)..	46,2
ROSCOE...........	Londres. Pièces habitées............	12 à 33,0

Les espaces dans lesquels s'opère la fermentation, dans l'industrie de la brasserie, de la distillerie, contiennent des proportions de CO^2 allant parfois jusqu'à 10 p. 100. Dans les mines de Cassel, Bunsen a observé des proportions de 283 à 744 p. 10,000. La moyenne, dans les mines d'Angleterre, était de 78,3 (Angus Smith). Dans le tunnel du Saint-Gothard,

Bunsen constata de 30 à 96 CO^2 p. 10,000, pendant le travail. Poleck, après l'explosion d'une mine, trouva dans la galerie 449 p. 10,000.

Vapeur d'eau. — La chaleur solaire soulève incessamment, des collections aqueuses, des masses de vapeurs qui se mêlent à l'atmosphère ; c'est le point initial de la circulation de l'eau sur le globe. Par refroidissement, au contact de corps froids ou de colonnes d'air de basse température, ces vapeurs repassent à l'état liquide.

La vapeur d'eau n'est que mêlée à l'atmosphère ; l'air n'a pas de pouvoir d'absorption à son égard. Il en existe moyennement 1 p. 100 (en volume) dans l'air atmosphérique ; mais cette proportion est soumise aux oscillations les plus considérables. Jourdanet note que la vapeur d'eau contribue à maintenir la chaleur à la surface de la terre ; aux premiers âges du globe, une atmosphère éminemment humide emmagasinait une part énorme de la chaleur du soleil.

Fonssagrives, après J. Tyndall, fait remarquer que l'excursion diurne du thermomètre est très grande partout où l'air est très sec (Sahara, Australie). Mais, inversement, la tension et la quantité de la vapeur d'eau mêlée à l'atmosphère dépendent de la température et de la pression. Plus la température est élevée, plus l'air est capable de contenir de la vapeur d'eau ; l'augmentation de pression (ou mieux la compression) équivaut, au contraire, au refroidissement (Jamain), c'est-à-dire hâte le moment où la vapeur se résoudra en eau.

Il importe de distinguer l'*humidité absolue*, l'*humidité relative* et la *tension de la vapeur d'eau.*

L'*humidité absolue* est le poids en grammes de l'eau contenue à l'état de vapeur dans 1 mètre cube d'air. Ce poids varie dans de certaines limites, qui sont différentes pour chaque degré de température. Quand l'air, à une température donnée, renferme le maximum de vapeur qu'il peut contenir à cette température, on dit qu'il est *saturé*. A ce point, s'il est tant soit peu refroidi, il laisse se précipiter de l'eau sous forme liquide. A n'importe quel degré, la température à laquelle il faut abaisser l'air pour obtenir ce résultat s'appelle le *point de rosée.*

Poids de la vapeur d'eau par mètre cube d'air à l'état de saturation :

Température.	Saturation.	Température.	Saturation.
— 20°	1gr,2	+ 13°	11gr,2
15	1 8	14	11 9
10	2 5	15	12 6
5	3 5	16	13 5
0	4 8	17	14 3
+ 1	5 2	18	15 2
2	5 6	19	16 1
3	5 9	20	17 0
4	6 3	21	18 1
5	6 7	22	19 3
6	7 2	23	20 4
7	7 7	24	21 5
8	8 3	25	22 7
9	8 8	26	24 2
10	9 3	27	25 9
11	10 0	28	27 5
12	10 6	29	30 0

L'*humidité relative* est le rapport de l'humidité absolue avec la quantité d'eau que l'air contiendrait, à la même température, s'il était saturé. Soit, à la température de 15°, une humidité absolue de 9 grammes d'eau par mètre cube d'air. Saturé à la même température, l'air contiendrait 12gr,6 de vapeur. L'humidité relative sera donnée par l'équation $\frac{12,6}{9}=\frac{100}{x}$. Et $x=\frac{9\times 100}{12,6}=71,4$ p. 100.

Au lieu d'exprimer l'humidité relative par un rapport, on l'exprime encore *par différence*, et c'est plus intéressant. On retranche l'humidité absolue du chiffre de saturation à la même température; le reste s'appelle *déficit de saturation*. Renk fait remarquer qu'avec une même humidité relative de 60 p. 100, le déficit de saturation est de 0gr,426 à —20°, 1,950 à zéro ; 3,749 à 10°; 6,866 à 20° ; 12,056 à 30°. Ces valeurs méritent évidemment d'être connues. En effet, selon la juste remarque de Deneke, c'est ce déficit de saturation, bien plus que le degré d'humidité relative, qui fait paraître *sec* ou plutôt *desséchant* l'air des zones à haute température, comme le Sahara, le Sénégal, le Brésil. Il est clair que, par suite du déficit considérable qui existe toujours aux températures de 30 à 40 degrés, même quand l'humidité relative serait de 50 p. 100, il est fait un appel énergique à l'évaporation vis-à-vis de tous les objets qui se trouvent à la surface du sol, y compris le corps de l'homme. Alors le bois se fend, les meubles craquent, l'ivoire même se fissure, les lèvres de l'homme se gercent, ainsi que le relève H. Reinhard, d'après les récits de Rohlfs (Sahara), Borius (Sénégal), Todd (Australie), Hann (Mexique), Ritchie, Duveyrier, etc.

La *tension* de la vapeur d'eau est le chiffre de millimètres de mercure qui lui fait équilibre. Elle est aussi contenue, pour chaque degré de température, dans de certaines limites qu'elle ne peut dépasser, mais qui s'étendent à mesure que la température s'élève.

Tension de la vapeur à diverses températures (Regnault).

Température.	Tension en millimètres.	Température.	Tension en millimètres.
— 20°	0,927	+ 15°	12,699
15	1,400	16	13,536
10	2,093	17	14,421
5	3,113	18	15,357
0	4,600	19	16,346
+ 1	4,940	20	17,391
2	5,320	21	18,495
3	5,687	22	19,659
4	6,097	23	20,888
5	6,534	24	22,184
6	6,998	25	23,550
7	7,492	26	24,988
8	8,016	27	26,505
9	8,574	28	28,101
10	9,165	29	29,782
11	9,792	30	31,548
12	10,457	35	41,827
13	11,182	40	54,906
14	11,908		

La connaissance de la tension sert à évaluer le poids p. 100 de la vapeur d'eau de l'air. On sait que tous les éléments de l'atmosphère occupent, chacun pour son propre compte, tout l'espace qui leur est offert et que chacun est sous sa pression propre. Si l'on exprime le volume de ces divers éléments pour 100 volumes d'air, c'est comme si l'on déterminait les espaces relatifs qu'occuperait chacun des gaz en

le supposant sous une pression égale à la pression totale de l'atmosphère. La tension de la vapeur est-elle de $9^{mm},165$ (à 10°), c'est que la vapeur d'eau de l'air à la surface du sol est sous une pression égale à $\frac{9,165}{760} = \frac{1,2}{100}$ de la normale; elle se réduirait donc à 1,2 p. 100 de son volume, ou du volume de l'air (d'après la loi de Mariotte), si elle était sous la pression normale. C'est-à-dire qu'il y a 12 centimètres cubes de vapeur d'eau dans 1000 centimètres cubes (ou 1 litre) d'air, 12 litres dans 1 mètre cube d'air. Comme, à pression et à température égales, la pesanteur spécifique de la vapeur d'eau est 0,622 (celle de l'air étant 1), il suffit de multiplier par ce rapport le chiffre du volume p. 100; dans le cas particulier, $0,622 \times 1,2 = 0,746$.

Recherche de l'humidité atmosphérique. — Le procédé le plus sûr pour déterminer la quantité d'eau contenue dans l'air est le *procédé chimique*, qui consiste à faire absorber par de la pierre ponce imbibée d'acide sulfurique la vapeur contenue dans un volume d'air connu; l'augmentation du poids de l'appareil indique le poids p de la vapeur absorbée. En cherchant dans la table la tension maximum à la température à laquelle on opère, on calcule facilement le poids P, que le volume d'air contiendrait s'il était saturé. Le rapport $\frac{P}{p}$ est l'état hygrométrique cherché (Gréhant),

Les *hygromètres à condensation* (Daniell, Regnault) sont des instruments d'une exactitude satisfaisante. On sait qu'il s'agit de déterminer la température du *point de rosée*, c'est-à-dire celle à laquelle l'air est saturé par refroidissement; on connaît, d'autre part, la température réelle de l'air. On cherche dans les tables la tension maximum de la vapeur à la température du point de rosée, on la divise par la tension maximum à la température de l'atmosphère. Le quotient est l'état hygrométrique.

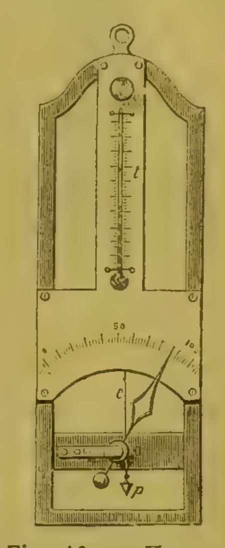


Fig. 40. — *Hygromètre à cheveu.*

Pour des observations rapides, les médecins et les agronomes emploient de préférence l'*hygromètre à cheveu* de Saussure plus ou moins modifié (fig. 40). Il faut savoir que l'échelle est une simple division en parties égales de la distance qui sépare le point de saturation du point d'extrême sécheresse, mais que les états hygrométriques ne sont pas proportionnels aux degrés de l'instrument. Ainsi, la division 50 n'indique pas la demi-saturation (qui est la circonstance la plus favorable); ce point correspond à peu près à 72 degrés de l'hygromètre (72°,11).

A 72°,11 de l'hygromètre, l'air contient par mètre cube :

à 16 degrés	6gr,41 d'eau	à 40 degrés	23gr,20 d'eau
à 20 —	8 39 —	à 45 —	29 30 —
à 25 —	11 00 —	à 50 —	36 81 —
à 30 —	14 25 —	à 55 —	44 37 —
à 35 —	18 50 —	à 60 —	52 97 —

(A. Bouvet.)

Enfin l'*état hygrométrique* de l'air peut aisément et avec assez de précision être déterminé à l'aide du *psychromètre*, instrument dont le psychromètre d'August est resté le type, mais dont il existe d'assez nombreuses modifications (fig. 41). On comprend d'autant mieux ces variantes que le jeu de l'instrument se réduit en définitive à la comparaison de deux thermomètres, l'un sec, l'autre mouillé, qui sont associés dans les psychromètres ordinaires, mais qui pourraient évidemment être libres l'un et l'autre. A la rigueur même, un seul thermomètre alternativement sec,

puis mouillé, suffirait au but qu'on se propose. Les indications du psychromètre sont incertaines pendant les gelées et par certains vents. Il ne donne immédiatement que la température T du thermomètre sec, T′ température du thermomètre mouillé, d'où l'on déduit la différence T — T′. On trouve la tension (e) de la vapeur dans l'air par la formule : $e = e' - K(T - T')\,b$, dans laquelle e' représente la tension correspondant à la température T′, b la hauteur du baromètre, et K un facteur empirique évalué par Regnault,



Fig. 41. *Psychromètre ordinaire.*

Dans de petites chambres fermées, à...	0,00128
Dans de grandes — — ..	0,00100
Dans des salles, les fenêtres ouvertes..	0,00077
Dans des cours........................	0,00074
A l'air libre, sans vent................	0,00090

Du reste, la tension de la vapeur et l'humidité relative de l'air, correspondantes aux indications du thermomètre, sont inscrites d'avance dans des tables toutes faites, dont se servent les métérologistes. Les *Annuaires* de Montsouris possèdent de pareilles tables avec l'indication des corrections nécessaires. En 1864, l'on construisit pour les observations météorologiques des hôpitaux de l'armée des tables très étendues et très commodes, qui se trouvent dans le *Recueil de mémoires de médecine militaire* (3e série, t. XI, 1864).

Les hygromètres à cheveu ne sont, à vrai dire, que des *hygroscopes*, et l'inventeur de l'un de ces instruments le plus en vogue, Koppe (de Zurich), est le premier à le déclarer. C'est au psychromètre que les hygiénistes doivent avoir recours. Mais les indications de celui-ci sont plus ou moins rapides et exactes, selon le mouvement de l'air, qui détermine l'évaporation sur la boule du thermomètre mouillé. Pour contrebalancer cette influence essentiellement variable et uniformiser les résultats, Deneke (de Hambourg) recommande l'usage du *psychromètre fronde*. Celui-ci n'est autre que le psychromètre ordinaire dont les deux thermomètres sont indépendants et mobiles. Chacun d'eux étant suspendu à une ficelle d'un mètre de long, on leur fait faire séparément 100 tours — en fronde — dans l'air libre, à raison d'une seconde de durée pour un tour; ce qui équivaut à l'action d'un courant d'air de $6^{m},3$ par seconde. Cette pratique simplifie l'outillage, le rend très transportable et s'adapte spécialement aux observations dans les locaux habités, où l'air est peu mobile.

Oscillations de l'humidité de l'air. — La quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air est soumise à des oscillations *journalières*, *saisonnières*, *annuelles*, qui ne se ressemblent pas d'une contrée ou d'une localité à l'autre, et qu'il faut, par conséquent, avoir déterminées par l'observation directe.

L'humidité *absolue*, au bord de la mer, a son maximum unique un peu après midi. Dans l'intérieur du continent, elle a un maximum à 8 heures du matin et un autre à 6 ou 8 heures du soir. Pour l'année, le maximum est en juin-août ; le minimum en janvier.

Les allures de l'humidité *relative* sont réglées par les circonstances suivantes. En été, il s'évapore de la surface des collections aqueuses une quantité de plus en plus grande à mesure que la chaleur du jour s'élève; cette vapeur se répand dans l'air, dont l'humidité va, par conséquent, en

augmentant. Cette situation dure jusqu'à 9 heures du matin environ. A ce moment, l'échauffement du sol est suffisant pour dilater les couches d'air en contact avec lui; celles-ci s'élèvent, entraînant leur vapeur, et, bien que l'évaporation continue, les couches inférieures de l'air sont relativement sèches. Ce mouvement cesse vers 4 heures du soir; alors l'humidité va en s'accumulant dans les couches inférieures de l'atmosphère jusque vers 9 heures du soir, instant auquel le refroidissement de l'air met une borne à l'évaporation.

En hiver, le soleil ayant peu d'action, les choses se passent autrement; c'est vers 2 heures que l'air renferme le plus d'eau et au coucher du soleil qu'il en a le moins.

Au lever du soleil en été, l'air nous paraît très humide, quoique ce soit le moment où il renferme le moins d'eau.

L'humidité absolue décroît de l'équateur au pôle et croît inversement. L'air est plus sec sur le continent que sur le littoral; il va sans dire que les collections d'eau intérieures peuvent modifier cette loi.

La *moyenne annuelle*, dans nos contrées, est un peu au-dessus de la demi-saturation, 70 p. 100. Selon Dove, la moyenne annuelle dans les six stations de l'Institut météorologique prussien a varié entre 54 et 94 p. 100. La limite inférieure, de 11 degrés hygrométriques, observée à Montsouris en juin 1871, est exceptionnelle chez nous. En Algérie, la moyenne hygrométrique est de 45 à 50°. Dans la zone méditerranéenne, à Hyères, la moyennne annuelle est de 56°,47 (Fonssagrives), avec des oscillations de 20° à 80°. A Nice (Roubaudi), avec une moyenne de 58°,2, il y aurait des oscillations de 15° à 90°. Le voisinage de la mer, surtout de l'Océan (non de la Méditerranée), tend à élever le chiffre de l'hygrométricité : à Lille, Meurein trouve un peu plus de 77 p. 100 d'humidité relative pour l'année moyenne (Lille est presque un climat marin).

Circonstances qui influent sur l'humidité de l'atmosphère. — Les *vents* doivent être mis en tête. Les vents nés sur les mers tropicales abattent l'humidité dont ils sont chargés sur les contrées où les colonnes d'air se portent, tandis que les souffles venus du Sahara n'apportent que la sécheresse. C'est de cette façon que les côtes de l'Inde n'ont que deux saisons, une sèche et une pluvieuse, selon que règnent les vents de mer ou les vents continentaux. Il en est un peu de même dans nos contrées, sauf que les souffles océaniques et les vents continentaux n'alternent pas avec la même régularité.

Les *chaînes de montagnes* dépouillent de leur eau les vents humides. Le *Föhn* arrive chaud et humide des pentes sud des Alpes; il se refroidit sur les sommets et précipite ses vapeurs; de telle sorte qu'il est sec et froid lorsqu'il gagne les vallées du Rhin, de la Reuss, de l'Aar, du Rhône.

En ce qui concerne l'influence des *forêts*, il n'y a pas beaucoup plus d'humidité *absolue* (Ebermayer) dans leur air qu'en plaine. Mais, comme la température y est moins élevée, la saturation arrive plus vite (Ebermayer, Fautrat), et l'évaporation est moindre en forêt qu'en plaine (Breitenlohner, C. Ney).

Quant aux extrêmes d'humidité, le degré de 100 p. 100 est très souvent

atteint; c'est quand se forment les brouillards ou la pluie. En revanche, celui de zéro p. 100, à l'air libre, ne l'est jamais; ni en Sibérie (Humboldt, Rose) ni en Abyssinie (Abbadie).

Les espaces clos et habités peuvent gagner une atmosphère saturée, par la respiration même des humains, si la *ventilation* est insuffisante. Le cas contraire arrive quelquefois par le fait du chauffage sans restitution de vapeur d'eau.

L'air humide est plus léger que l'air sec. Un mètre cube d'air sec, à 15°, pèse $1^{kil},225$; à 50 p. 100 d'humidité, $1^{kil},222$; à 100 p. 100 $1^{kil},218$ (Soyka).

APPLICATIONS SANITAIRES. — Il ne sera question, dans les lignes qui suivent, que du rôle des éléments constituants de l'atmosphère et de la portée des oscillations auxquelles ils sont sujets.

A. L'*oxygène* a le rôle actif dans la respiration des animaux; il pénètre dans l'économie par échange endosmotique avec l'acide carbonique qui provient des combustions interstitielles. Les chiffres ci-dessous, empruntés à Kühne, représentent les résultats de cet échange, au point de vue de la consommation d'oxygène et de la production d'acide carbonique :

	Azote.	Oxygène.	Acide carbonique.
Air inspiré.........	79,15	20,81	0,04
Air expiré..........	79,55	16,03	4,38
	+ 0,40	— 4,78	+ 4,34

C'est-à-dire que l'oxygène baisse et que l'acide carbonique s'élève de 4 p. 100 de tout le volume. Dans la respiration ordinaire d'un adulte, il est inspiré et expiré environ 1 demi-litre à chaque respiration. Le volume de l'air expiré paraît plus grand qu'il n'est réellement, parce que cet air est chaud et humide; ramené à la température de l'atmosphère, il serait moindre de 1/40 ou 1/50, attendu que tout l'oxygène n'est pas représenté par de l'acide carbonique et qu'une partie du gaz comburant est rendue sous forme d'eau. A raison de 17 respirations par minute, chiffre moyen, un adulte consomme $\frac{17}{2}$ lit. $\times 0,0478 \times 60 = 24$ litres oxygène par heure, et rejette $\frac{17}{2}$ lit. $\times 0,0434 \times 60 = 22$ litres acide carbonique. La température influe sur l'expulsion de ce dernier; elle est moindre quand la température s'élève (Vierordt). Le travail musculaire par rapport au repos, le jour par rapport à la nuit, élèvent également la production d'acide carbonique et la consommation d'oxygène (Ludwig, Czelkow, Voit et Pettenkofer, Pflüger).

L'oxygène est dissous dans le sang artériel à la proportion moyenne de 20 à 21 p. 100. Il est surtout fixé à l'hémoglobine; 6,4 p. 100 seulement sont retenus par absorption dans le plasma.

Indépendamment des circonstances dans lesquelles l'oxygène de l'air, comme dans les mines (de charbon particulièrement), est consommé par des combustions diverses et tombe au-dessous de la proportion normale, les variations de la *pression* atmosphérique font baisser (altitudes, voyages

en ballon) ou monter (travail dans l'air comprimé) le chiffre absolu de cet élément. Nous en retrouverons les conséquences sanitaires plus loin, à l'article : PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DE L'AIR, où elles seront étudiées plus à leur place qu'elles ne seraient ici.

B. L'*azote* est dissous dans le sang à raison de 1,8 p. 100 en moyenne. Il diminue quand la pression baisse et augmente dans le cas contraire, mais moins que ne le voudrait la loi de Dalton. Comme on le verra plus loin, les influences de ce gaz ne sont guère que d'ordre mécanique.

C. L'*acide carbonique* à 10 p. 100 dans l'air empêche la combustion des lampes. La *tension* de 13,5 à 17 de CO^2 est mortelle pour les reptiles ; celle de 24 à 28 pour les moineaux ; elle atteint et dépasse 60 pour les mammifères (P. Bert). On a vu de telles asphyxies dans l'entre-pont des navires, dans des locaux où l'on avait entassé des prisonniers de guerre, etc. Pettenkofer a passé quelques heures dans une atmosphère à 10 p. 1,000 de CO^2, sans en être positivement incommodé ; bien plus, Forster a respiré sans difficulté pendant dix minutes dans une cave où fermentait du vin et à 40 p. 1,000 de CO^2. Selon Smith, quand la richesse de l'air en CO^2 provient de la respiration, la tolérance est moins facile ; il lui a paru impossible de rester un temps notable dans une atmosphère à 40 p. 1,000 de CO^2 de cette origine.

La plupart des auteurs pensaient que l'acide carbonique n'a aucune propriété toxique et qu'il éteint la vie simplement à la façon dont l'eau éteint la flamme. Les expériences de Demarquay, dans lesquelles l'homme a respiré pendant 4 à 6 minutes un mélange de 8 à 10 parties d'oxygène ou d'air avec 1, 2, ou même 3 de CO^2, sans éprouver autre chose que des troubles passagers, semblent prouver à la fois que la tolérance de l'organisme pour ce gaz peut être poussée très loin et qu'il n'est pas toxique, puisque les troubles (oppressions, vertiges) ne se prolongent que pendant peu de temps après l'expérience. Néanmoins Smith a remarqué que les proportions assez ordinaires dans quelques mines mal tenues peuvent devenir tout à coup dangereuses. Une dame était entrée dans une chambre close où la proportion de CO^2, faisant obstacle à l'entretien de la flamme des bougies, n'allait pas à moins de 21 p. 1,000, et où l'on ne pouvait d'ailleurs reconnaître la souillure organique de l'air qui a servi à la respiration ; pendant cinq minutes, cette dame, bien portante et nullement impressionnée, se trouva parfaitement bien dans cette atmosphère carbonique ; mais, tout à coup elle pâlit et l'on dut venir à son aide pour la faire sortir.

On a cherché à expliquer de tels incidents par la difficulté des échanges gazeux intrapulmonaires ; l'acide carbonique, accumulé dans l'air, fait sur la muqueuse respiratoire l'effet d'un vernis, disent A. Gautier et Morelle (de Lille). Mais L. Hirt fait observer que : 1° un animal meurt plus vite dans CO^2 que dans l'azote, qui est simplement irrespirable ; 2° l'animal plongé dans CO^2 meurt néanmoins quand on a introduit assez d'oxygène pour que la flamme reprenne vigueur. Selon cet auteur, et d'après l'influence anesthésique (contestée) de ce gaz, l'acide carbonique appartiendrait à la classe des poisons *narcotiques*. Smith et surtout Forster partagent

cette manière de voir et comparent l'action de CO^2 à celle de l'opium.

Les expériences de Paul Bert ont confirmé les propriétés anesthésiques de CO^2 et, en le rangeant parmi les réels poisons, montré comment il faut comprendre son rôle. « Quand un animal respire en vase clos, soit dans l'air comprimé, soit dans un air suroxygéné, à la pression normale, en telle sorte que l'oxygène ne lui fasse jamais défaut, la tension croissante de CO^2 dans l'air maintient une proportion croissante du même gaz dans le sang, si bien que l'acide carbonique produit dans la profondeur des tissus reste dans ces tissus. Il résulte de cette accumulation un ralentissement progressif des oxydations intra-organiques, d'où, comme conséquence, un abaissement considérable de la température du corps. Le système nerveux central, dans cette action générale sur l'organisme, manifeste le premier qu'il est atteint, par la perte des transmissions réflexes, d'abord aux membres, puis à l'œil, puis enfin au centre respiratoire, d'où résulte la mort », sans agitation ni mouvement convulsif; ce qui ruine la théorie de Brown-Séquard, d'après laquelle CO^2 serait un poison *convulsivant*. Les convulsions qu'on remarque sous l'influence de l'acide carbonique n'apparaissent qu'au moment où l'on fait cesser son action.

Le cœur ralentit ses mouvements, mais conserve très longtemps toute sa force ; il est encore l'*ultimum moriens*. Donc CO^2 n'est pas non plus un poison du cœur.

« La vie végétale, la germination, le développement des moisissures, la putréfaction, sont ralentis, suspendus, arrêtés définitivement par l'acide carbonique sous une tension suffisante.

« Ainsi, l'acide carbonique est un poison universel, qui tue animaux et végétaux, de grande taille ou microscopiques; qui tue les éléments anatomiques isolés ou groupés en tissus. Et tout cela n'a rien d'étonnant, puisqu'il est le produit d'excrétion universelle de toutes les cellules vivantes; sa présence empêche l'excrétion et arrête par conséquent, en y opposant un obstacle terminal, toute la série des transformations chimiques de la vie, qui commencent par l'absorption d'oxygène et finissent par le rejet de l'acide carbonique. »

D'une autre façon, quand, dans une atmosphère, CO^2 s'élève à 2 ou 3 p. 100, c'est d'ordinaire l'oxygène qui diminue d'autant et dont la tension s'abaisse de 21 à 18, ou aux environs. Or, toutes les fois que la tension de l'oxygène se trouve ainsi réduite, que ce soit par diminution totale de l'atmosphère (comme aux grandes altitudes), ou par raréfaction de l'oxygène seul sous la pression atmosphérique normale (comme dans la cloche à expériences de P. Bert), les accidents *asphyxiques*, vertiges, nausées, céphalalgie, anxiété, etc., commencent à se faire sentir. On peut ainsi éprouver le *mal de montagnes* (Voy. plus loin : *Climats*) en plaine au niveau de la mer, ou même au-dessous, au fond d'une mine. Forel fut saisi de troubles intellectuels, de faiblesse musculaire, d'accélération des mouvements circulatoire et respiratoire dans la *grotte des Fées de Saint-Maurice* (le 23 juin 1864), où le professeur Bischoff constatait 2 p. 100 d'acide carbonique. Mais la proportion d'oxygène était réduite à 15,33, c'est-à-dire que la tension de ce gaz équivalait à celle qu'il possède dans l'atmosphère à une altitude de plus de 2,000 mètres.

Il est certain, comme il a été dit plus haut, que l'acide carbonique entrave les échanges gazeux respiratoires et que le poumon rend d'autant moins de CO^2 qu'il y en a plus dans l'air fourni à la respiration. Gréhant fait respirer à un chien 50 litres d'air pur et, recueillant les gaz expirés, constate qu'ils renferment 2^{gr},747 de CO^2. Il fait ensuite respirer au même animal

un mélange de 49 litres d'air et de 1 litre CO^2; l'air expiré contient 3gr,61 de CO^2 ; d'où il suit, en retranchant le poids 1gr,83 du litre de CO^2 préalablement ajouté, que le poumon n'a fait, cette fois, que $3,61 - 1,83 = 1,78$ CO^2. A 48 litres d'air et 2 litres de CO^2, il ne rend que 0gr,533. Enfin, si le mélange contient 4 à 5 litres CO^2, non seulement l'élimination de l'acide diminue, mais elle est remplacée par une absorption, et l'on trouve, dans les gaz expirés, moins de CO^2 (0gr,52 à 1gr,25 en moins) que dans le mélange inspiré. Ainsi, à 1/10 de CO^2, le gaz est absorbé. A cette dose, l'animal ne paraît pas souffrir; il est seulement un peu agité et multiplie les efforts inspirateurs.

Mais il est difficile qu'un gaz qui a tant de caractères d'un agent toxique, d'autre part, n'agisse pas quelquefois par lui-même, au moins quand il est absorbé à hautes doses. L'acide carbonique a bien pu jouer un rôle direct dans les asphyxies en masses qui eurent lieu sur le transport anglais *Maria Somes* (1846), sur le steamer *Londonderry* (1848), dans la « prison noire » (*Black Hole*) de Calcutta.

Qu'il y ait quelque chose d'une action toxique, à un moindre degré, dans les circonstances vulgaires où l'air se charge de CO^2, chez les ouvriers des mines, chez ceux qui percent les tunnels, comme celui du Saint-Gothard (Pagliani, 1880), chez les soldats dans les chambres de caserne vers la fin de la nuit, les écoliers à la fin de la classe, les habitués des cafés, brasseries, théâtres, les garçons et filles de magasins, la population des ateliers, etc., cela ne nous paraît nullement impossible. Il ne peut être indifférent d'absorber un poison, même à petite dose. Cela n'a pas de rapport direct avec le développement de la phtisie, de la scrofule, de la fièvre typhoïde, du choléra, ainsi que le faisait remarquer Boudin; mais cela pourrait être une préparation à beaucoup de maladies, par la dépression constante et progressive de la vitalité des individus. Il serait étonnant que l'acide carbonique ne fût pour rien dans les fâcheux caractères de l'air confiné, dont il est le premier élément.

A vrai dire, il n'y est pas seul. Quand il est dû à la présence des humains, il s'accompagne toujours des produits des sécrétions cutanées, des gaz rendus par les voies digestives et des impuretés (autres que lui-même) provenant des voies respiratoires. Nous préciserons plus loin la nature de ces dernières. Dès maintenant, cette simple mention suffit à faire comprendre pourquoi l'acide carbonique est adopté par les hygiénistes, comme l'*indicateur* de la souillure de l'air dans les habitations. C'est moins lui, d'ordinaire, qui est une souillure, que les éléments auxquels il est associé. Ce rôle d'indicateur justifie l'importance que l'on a attachée à l'expertise de l'air, au point de vue de son titre en CO^2 et les procédés et appareils, assez nombreux, que l'on a imaginés pour mettre cette expertise à la portée du premier venu.

Il est convenu (Pettenkofer, Wiel et Gnehm) que l'air des lieux habités est *pur* quand il n'a pas plus de 4 d'acide carbonique p. 10,000; qu'à 7 p. 10,000, il est *inoffensif;* mais qu'au-dessus de 10 p. 10,000 il est *impur* et insalubre. C'est pour cette raison que nous pensons devoir consacrer

quelques pages aux recherches qui ont en vue cette détermination.

Dosage de l'acide carbonique de l'air. — L'expertise la plus exacte est

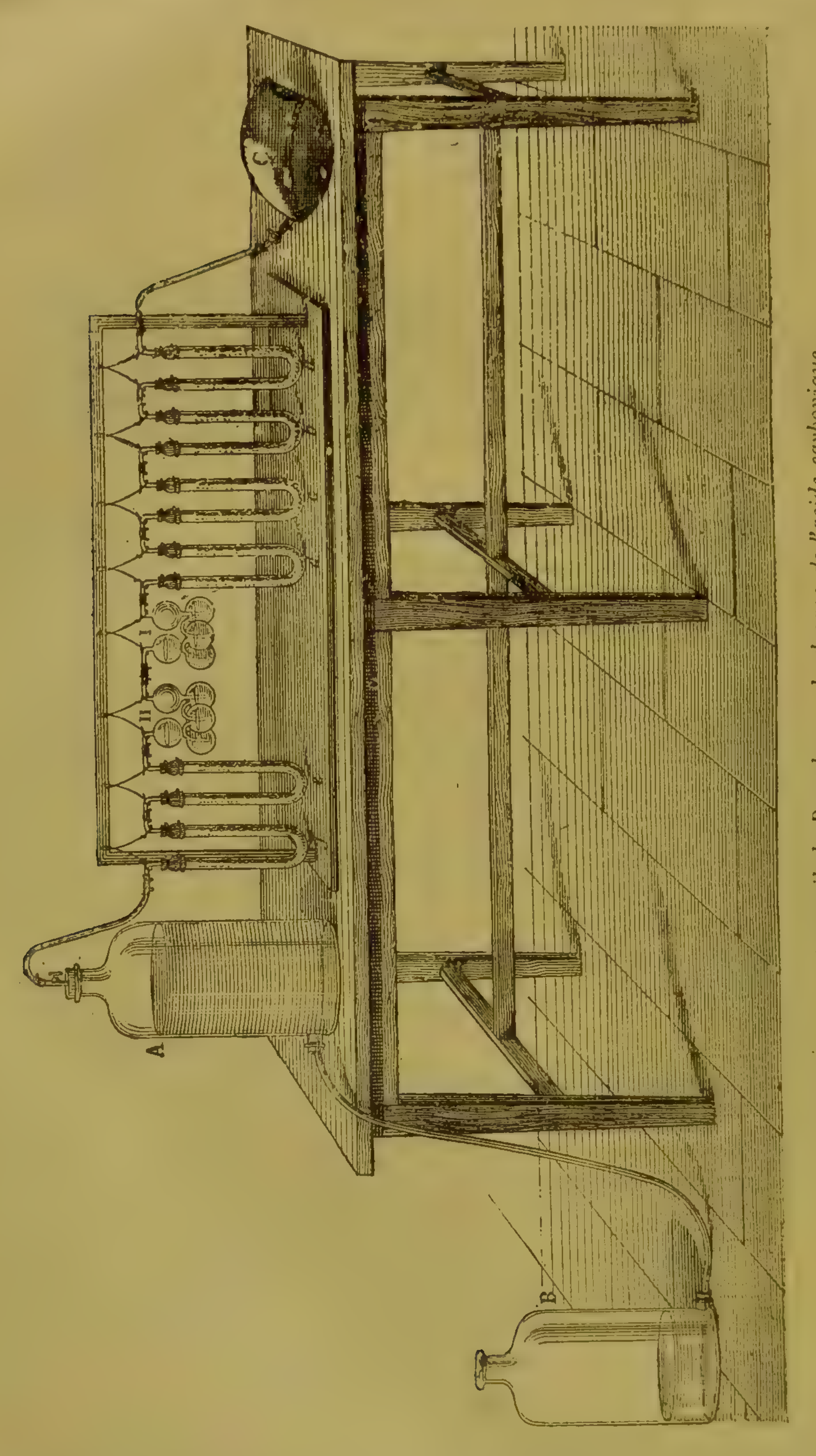


Fig. 42. — Appareil de Braud pour le dosage de l'acide carbonique.

assurément l'analyse de l'air, faite selon les procédés minutieux des chimistes. Mais l'hygiène n'a pas besoin d'approcher des chiffres réels jusqu'à des fractions infinitésimales.

Les dosages de l'acide carbonique par le procédé de Regnault se pratiquent en faisant passer de grandes quantités d'air sur une solution de potasse (voir les Traités de chimie). A. Braud a imaginé un appareil, imité de celui de Regnault, mais dans lequel la potasse est remplacée par la baryte. A l'aide d'un ballon de caoutchouc, on peut rapporter de l'air pris dans n'importe quel local sans que l'appareil ait besoin de quitter le laboratoire.

Cet appareil (fig. 42) se compose : 1° d'un flacon de verre A, aspirateur, de 7 à 8 litres de capacité, muni d'un robinet à sa partie supérieure, et rempli avec de l'eau dont l'écoulement se fait à la partie inférieure, par différence de niveau, dans un deuxième flacon de verre B, vide, qui est relié au premier par un tube de caoutchouc ; — 2° d'une série de tubes en U, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, garnis de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique, les quatre premiers *a*, *b*, *c*, *d*, destinés à retenir l'humidité normale de l'air examiné, les deux autres *e*, *f*, disposés pour reprendre à l'air l'humidité qu'il a pu entraîner par son passage dans l'eau de baryte; 3° de tubes barboteurs I, II, remplis d'une quantité convenable d'eau de baryte, destinée à s'emparer de l'acide carbonique de l'air qui traverse l'appareil ; le tube II n'est là que pour témoigner que le tube I a retenu tout l'acide carbonique. Tous ces tubes sont réunis les uns aux autres par des bouts de tubes en caoutchouc serrés avec des fils ; au tube *a* s'adapte un ballon de caoutchouc C, gonflé d'un air rapporté du lieu dont on veut connaître le régime atmosphérique ; le tube *f* s'ajuste à l'aspirateur A.

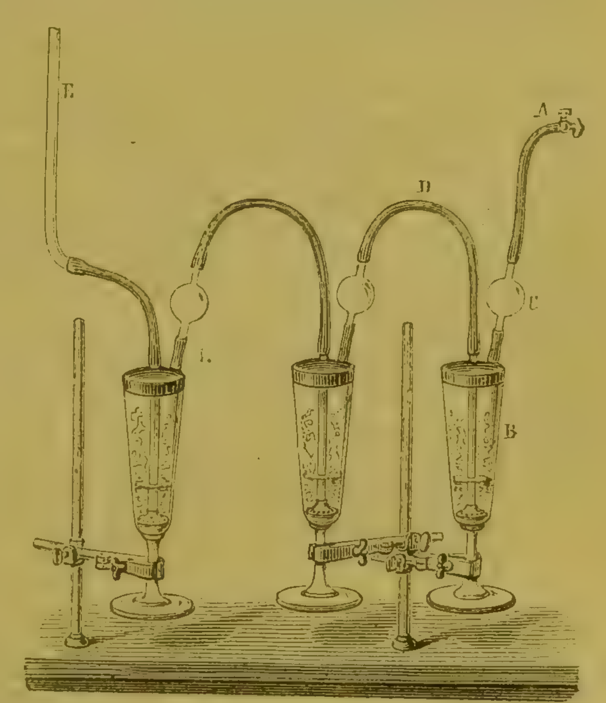


Fig. 43. — *Barboteurs en verre et en platine* de Montsouris.

Pour connaître la quantité de CO^2 fixée à l'eau de baryte, il suffit de peser ensemble, avant et après l'expérience, à l'aide d'une balance très sensible, les tubes barboteurs, I et II, et les tubes en U, *e*, *f*; la différence est le poids cherché de CO^2. Par un calcul de proportions, on trouve le poids de CO^2 par litre d'air.

A Montsouris, le volume de CO^2 est fixé dans une dissolution de potasse au cinquième par l'air qui pénètre dans trois barboteurs. Cet air est amené par une trompe, se dépouille de ses poussières en traversant une couche de coton et est mesuré au compteur. La figure 43 reproduit la disposition essentielle des appareils de fixation carbonique. Le dosage se fait en déplaçant CO^2 du carbonate de potasse formé, au moyen de l'acide chlorhydrique.

Ces procédés ne peuvent convenir qu'aux grands laboratoires. Ceux de Pettenkofer et de Hesse sont, au contraire, essentiellement des procédés d'hygiénistes.

Méthode de Pettenkofer. — On prépare deux solutions; l'une de 7 gram-

mes d'hydrate de baryte dans un litre d'eau, l'autre de $2^{gr},8636$ d'acide oxalique cristallisé pour 1000 d'eau. De celle-ci, 1 centimètre cube $=0,0028636$ d'acide oxalique; c'est la quantité qui équivaut à un milligramme CO^2. De la première, 100 centimètres cubes correspondent exactement à 98 milligrammes CO^2. Pour *indicateur*, on se sert du papier ou d'une solution de curcuma, qui est d'une couleur brune avec les alcalis et d'un jaune clair avec les acides.

Dans un flacon d'environ 5 litres, nettoyé et sec, on introduit, à l'aide d'un soufflet, de l'air du lieu que l'on veut expertiser; l'air du flacon peut être considéré comme identique à l'air extérieur quand on a injecté cinq fois le volume de gaz que ce vase peut contenir. On ajoute alors un volume déterminé, soit 100 centimètres cubes, de la solution de baryte, on ferme le flacon, l'on agite vivement et l'on attend dix à quinze minutes; après ce temps, l'acide carbonique de l'air intérieur est absorbé et l'on s'en aperçoit au trouble du liquide. On ajoute goutte à goutte la solution normale d'acide oxalique, à l'aide d'une burette graduée, en essayant à chaque instant si la liqueur intérieure a cessé d'être alcaline; ce qui se voit, soit en en versant une goutte sur le papier de curcuma, soit en ayant eu la précaution d'introduire un peu de solution de curcuma en même temps que la solution de baryte; dans les deux cas, la couleur brune de curcuma passe au jaune clair. Au moment précis où la liqueur de baryte paraît neutre, on s'arrête et l'on note la quantité de centimètres cubes employés de la solution acide; en prenant l'équivalent en acide carbonique de la quantité d'acide oxalique dépensée et en la retranchant de ce qu'il eût fallu pour neutraliser les 100 centimètres cubes de la solution de baryte, on a le volume de CO^2 absorbé préalablement par celle-ci, c'est-à-dire celui que renfermait l'air essayé.

Par exemple, le flacon étant de la capacité de 5,100 centimètres cubes, on a dû ajouter 52 centimètres cubes de la solution acide avant de voir apparaître la couleur jaune clair du curcuma:

100 centimètres cubes eau de baryte exigent................	$0^{gr},098$ CO^2
On a employé : Acide oxalique 52 centimètres cubes........	$= 0^{gr},052$ CO^2
Reste........	$0^{gr},046$ CO^2

c'est-à-dire que le poids de l'acide carbonique de l'air contenu dans le flacon atteint 46 milligrammes. A 0° et par 760 millimètres de pression, 1 milligramme d'acide carbonique occupe environ 0,5 de centimètre cube. Dans le cas supposé, l'air du flacon (5,000 cent. cub.) renfermerait donc 23 centimètres cubes CO^2; ce qui équivaut à 46 volumes de CO^2 pour 10,000 d'air ou à 4,6 p. 1,000.

On ramène le volume d'air à zéro et à 760 millimètres de pression par la formule suivante :

$$V' = \frac{V \times P}{760(1 + 0,00367 \times T)},$$ dans laquelle

V' est le volume cherché,

V, le volume connu du flacon en centimètres cubes,

P, la hauteur barométrique en millimètres,

T, la température en degrés centigrades.
Soit $V = 5000$, $P = 700$, $T = 10$, nous aurons :

$$V' = \frac{5000 \times 700}{760\,(1 + 0{,}00367 \times 10)} = 4442 \text{ centimètres cubes.}$$

Des tables ont d'ailleurs été dressées qui donnent le volume V' pour toutes les températures et pour les diverses pressions.

Procédé de Hesse. — C'est une modification du précédent. Hesse a voulu épargner aux expérimentateurs la peine de transformer les poids en volumes ; et surtout leur mettre entre les mains un outillage facile à transporter. De plus il a remplacé le papier et même la teinture de curcuma par une solution (1 gram. dans 500 gram. d'alcool à 80 degrés) d'*acide rosolique*, qui est d'un beau rose dans les liqueurs alcalines, jaune d'or dans les acides et incolore dans les liquides neutres. Les flacons employés varient de contenance depuis 1 litre jusqu'à un douzième de litre ; les plus grands sont pour les cas où l'on suppose que l'air à examiner renferme très peu de CO^2. La solution acide est titrée de telle sorte que 1 *centimètre* cube de la solution oxalique représente aussi 1 centimètre cube (non pas 1 millig.) de CO^2 ; on dissout $5^{gr},6325$ d'acide oxalique dans un litre d'eau ; chaque centimètre cube renferme donc $0^{gr},0056325$ d'acide oxalique, équivalant à 1 centimètre cube de CO^2. Voici la façon dont on opère :

« On prend un flacon de 1 litre, à la température du milieu où l'on va opérer ; avec un soufflet, on y insuffle de l'air. Le flacon est fermé avec un bouchon en caoutchouc percé de deux trous qu'on obture provisoirement avec de courtes tiges de verre. A l'aide d'une pipette dont la pointe est glissée dans l'un de ces trous, on verse 20 centimètres cubes d'une solution de baryte titrée, contenant quelques gouttes (2 ou 3) d'alcoolé d'acide rosolique. On agite ; au bout d'une demi-heure au plus, on introduit dans le bouchon le bec très allongé d'une burette graduée, avec robinet de verre, contenant une solution acide titrée ($5^{gr},6325$ d'acide oxalique par litre, ou mieux cette solution décime). En ouvrant le robinet, on laisse couler goutte à goutte cette solution, on agite, et l'on arrête l'écoulement quand on voit apparaître la décoloration ou le début de la teinte jaune. On lit sur la burette le nombre de centimètres cubes de solution acide employés pour obtenir ainsi la neutralisation ; il en a fallu 18, tandis que la solution normale de baryte n'était antérieurement neutralisée que par 20 centimètres cubes. La différence est 2 ; donc 1 litre de cet air contient 2 centimètres cubes ou 2 p. 1000 d'acide carbonique. » (Vallin.)

On voit par cette description que le bouchon et la burette graduée adaptés à l'appareil de Hesse comportent une construction un peu spéciale. Mais leur emploi dispense l'opérateur de tout souci vis-à-vis de l'entrée de l'air extérieur dans le flacon ; cet air ajoutant un peu de CO^2 à la solution de baryte, chaque fois qu'on débouche le flacon, les résultats obtenus se trouvent légèrement faussés, dans la méthode de Pettenkofer. En répétant deux fois, successivement, la même analyse, suivant le procédé de Hesse, on trouve plus aisément le point auquel la neutralisation est parfaite, et le second résultat obtenu est fort exact. Les corrections se font à l'aide de tables ou de la formule citée plus haut.

Procédé minimétrique d'A. Smith. — Celui-ci est, plus encore que les précédents, à la portée de tous les hygiénistes. Le principe en est que plus

il y a d'acide carbonique dans l'air, moins il faut de cet air pour troubler l'eau de baryte. On détermine donc le *minimum* de l'air d'un lieu donné qui trouble une solution de baryte, adoptée une fois pour toutes. Cette solution est à 6 grammes d'hydrate de baryte dans 1 litre d'eau. L'instrument est représenté dans la figure 44 (qui ne reproduit pas absolument l'appareil primitif; le modèle ci-dessous est pourvu du perfectionnement apporté dans le mode de fermeture *f g* par Fischli, préparateur de Wiel, à Zurich).

A est un flacon de 53 centimètres cubes, renfermant 7 centimètres cubes d'eau de baryte limpide. — B, une poire à air en caoutchouc, d'environ 28 centimètres cubes



Fig. 44. — *Appareil minimétrique d'Angus Smith.*

de capacité, servant à aspirer l'air extérieur. — *a*, tube de verre descendant au fond du flacon. — *b*, tube de verre coudé, ouvert à la partie supérieure du flacon et le mettant en communication par un tuyau de caoutchouc avec la poire à air. — D, tube évasé (modification Fischli), terminant le tube *a* et fermant par un bouchon que traverse le tube *f* (1 centimètre de diamètre et 8 centimètres de long). — *f*, petit tube ouvert aux deux extrémités et dont l'inférieure est engagée dans un court tuyau de caoutchouc, que ferme un cylindre plein en verre, *g*. — *c* et *k*, deux fentes longitudinales, faites d'un coup de canif et faisant l'office de soupapes (dites de Bunsen), s'ouvrant de dedans en dehors. — Pour ne pas être obligé de mesurer à chaque fois les 7 centimètres cubes d'eau de baryte, on fait sur le verre du flacon un trait gravé marquant le niveau auquel doit atteindre la liqueur alcaline.

Voici comment on opère. Les 7 centimètres cubes d'eau de baryte étant introduits, on bouche et l'on agite; en général, il ne se produit pas de trouble, sans quoi ce serait un air extrêmement impur. On presse sur la poire B; l'air s'échappe par la soupape *c*, sans qu'il en sorte par *f*, puisque la soupape *k* s'y oppose; en abandonnant la poire, l'air pénètre par *f*, entre par *k* dans le récipient D et, de là, va se mettre au contact de l'eau de baryte. On agite de nouveau. On fait, en les comp-

tant, mais en donnant le numéro 2 à la première, autant d'aspirations avec la poire qu'il est nécessaire pour produire un trouble *decided*, dit l'auteur; mais, justement, la difficulté est dans cette appréciation. Le trouble ne doit être ni absolument *laiteux* ni tout à fait transparent; il faut qu'on ne distingue plus, à travers, des lettres tracées au crayon sur un papier blanc, collé au fond du flacon (en dehors). Ce trouble est celui qu'on obtient en secouant, dans une bouteille de 644 centimètres cubes, une demi-once d'eau de baryte ($0^{gr},8$ de baryte dans 14 grammes d'eau) avec de l'air ordinaire, à 4 CO^2 pour 10,000. — Avec de l'habitude, on se met en quelque sorte la teinte dans l'esprit. Vallin a pu se servir utilement du procédé, et nous-même l'avons employé avec succès dans des salles de cours.

Les proportions d'acide carbonique, selon le nombre d'aspirations, sont indiquées dans la table ci-dessous:

Nombre d'aspirations.	Vol. de CO^2 p. 10,000 vol d'air.	
4	22,0	
5	17,6	
6	14,8	
7	12.6	
8	11,8	
9	9,9	
10	8,8	
11	8,0	
12	7,4	Limite de la salubrité.
13	6,8	
14	6,3	
15	5,8	
16	5,4	
17	5,1	
18	4,9	
20	4,4	
22	4.0	Limite de l'état normal.
26	3.4	Air normal.
30	2,9	Air très pur (Vallin).

Procédé de Wolpert. — Le professeur Wolpert a remplacé l'eau de baryte par l'eau de chaux saturée, qui ne coûte presque rien et n'est pas toxique. Son appareil, fondé sur le même principe que le précédent, se compose de deux parties: 1° un tube de verre fermé à l'une de ses extrémités, long de 12 centimètres et de 12 millimètres de diamètre; le fond est en porcelaine opaque et porte à l'intérieur un millésime (1882 par exemple) en caractères noirs; au-dessus du fond, à une hauteur correspondant au volume de 3 centimètres cubes, un trait noir sert de point de repère invariable; 2° une poire à air en caoutchouc, de 28 centimètres cubes de capacité, fixée à un tube assez mince et assez long pour pouvoir être introduit jusqu'au fond du précédent.

On s'en sert de la façon suivante. De l'eau de chaux saturée, limpide, est versée dans le premier tube jusqu'au trait noir. On introduit le tube de la poire à air dans l'eau de chaux jusqu'à mettre le pourtour de l'orifice de ce tube au contact du fond du premier; puis, en tenant la poire entre l'index et le médius de la main droite en supination, on presse doucement avec le pouce sur son fond, de façon à en chasser tout l'air qu'elle contient et qui sort bulle à bulle en barbotant dans l'eau de chaux. Le tube de la poire est retiré jusqu'à 3 ou 4 centimètres au-dessus du

niveau de l'eau de chaux ; la poire est abandonnée à elle-même et se remplit de nouveau d'air par aspiration. La petite manœuvre de tout à l'heure recommence et cela, autant de fois qu'il est nécessaire pour qu'en regardant de haut en bas dans l'éprouvette, les chiffres du millésime (1882) cessent d'être nettement visibles et disparaissent tout à fait après agitation énergique du contenu.

Si la première injection d'air produit ce résultat, c'est que l'air renferme 20 p. 1000 d'acide carbonique. Pour connaître la richesse en CO^2 de l'air essayé, il suffit de diviser 20 par le nombre des injections pratiquées ; 10 poires, par exemple, correspondent à 2 d'acide carbonique p. 1000 d'air. D'ailleurs, l'appareil est accompagné d'une table où les calculs sont faits. Le tout, avec une fiole d'eau de chaux et des instruments de nettoyage, est contenu dans une boîte qui peut se mettre à la poche.

Procédé de Bertin-Sans. — Les méthodes qui précèdent ont des faiblesses, que le professeur Bertin-Sans (de Montpellier) a fait ressortir avec quelque sévérité, quoique cet hygiéniste n'attache aucune importance aux proportions d'acide carbonique des atmosphères confinées, en tant que ces proportions pourraient nuire par elles-mêmes. L'auteur a cru trouver mieux dans un appareil assurément moins simple et que nous ne croyons pas très répandu, mais qu'il convient de mentionner ici, comme un témoignage de plus des efforts tentés dans cette direction.

La partie essentielle de l'appareil est le verre barboteur (fig. 46), renfermant

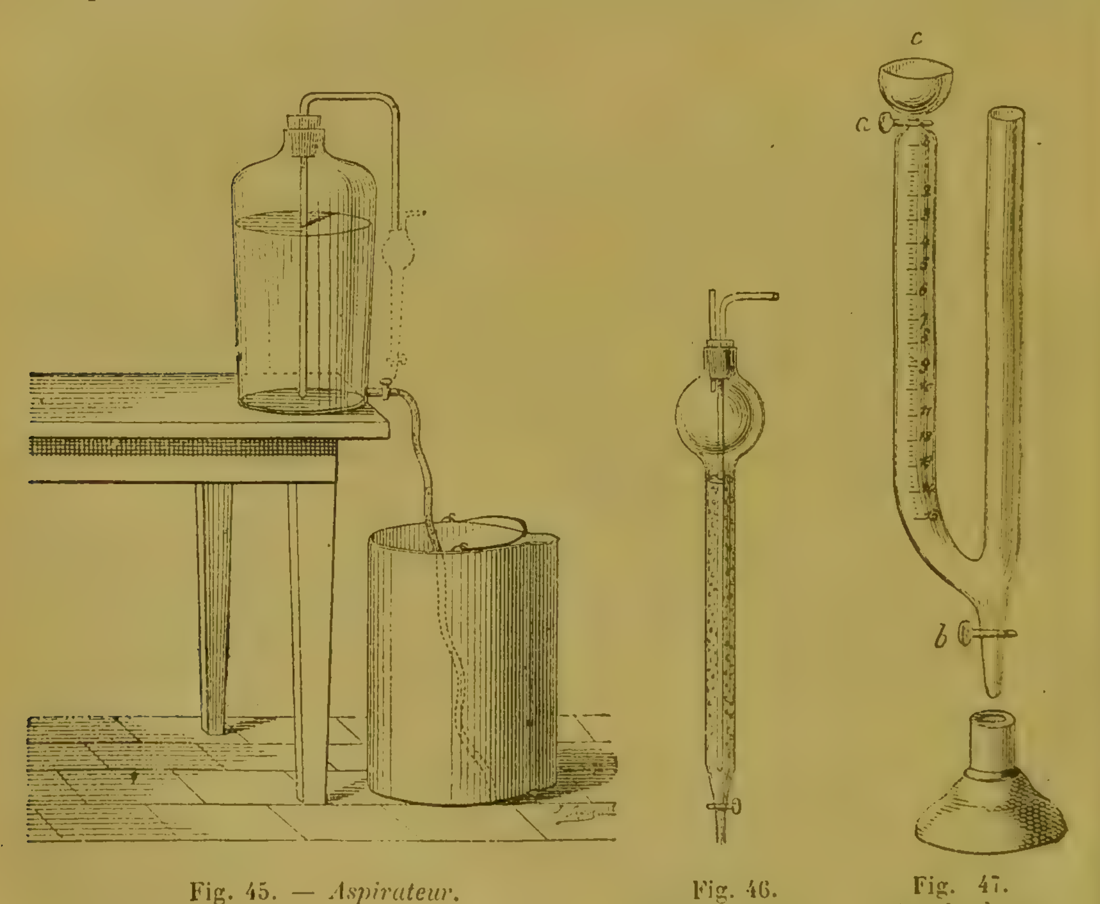


Fig. 45. — *Aspirateur.*

Fig. 46. *Barboteur.*

Fig. 47. *Tube de dosage.*

5 centimètres cubes d'une lessive de soude, concentrée et récente, à travers laquelle

passe, de bas en haut, le volume d'air (10 litres) aspiré par le flacon (fig. 45) qui se vide dans un seau de contenance au moins égale, construit, d'ailleurs, de façon à pouvoir loger toutes les pièces de cet outillage.

Le passage de 10 litres d'air par ce barboteur dure de 30 à 45 minutes. Quand il est terminé, on fait pénétrer la lessive chargée de CO^2, par l'entonnoir *c*, dans la branche gauche du tube en U (fig. 47), graduée en centimètres cubes, de la façon suivante. Cette branche a été remplie de mercure, versé par la branche de droite pendant que le robinet *b* est fermé et que le robinet *a* est ouvert; en fermant ce dernier et en ouvrant l'autre, le mercure de la branche droite s'écoule seul. C'est alors que, refermant le robinet *b*, on introduit la lessive de soude par le robinet *a*. Le mercure remonte un peu dans la branche droite ; on l'écoule de nouveau. Finalement, avec la pipette à bec recourbé (fig. 48), plongée dans la branche droite, on porte, à la base de la colonne mercurielle de gauche, quelques gouttes d'acide sulfurique, qui s'élèvent jusqu'à la lessive de soude et mettent CO^2 en liberté. Ce gaz occupe immédiatement, dans la chambre barométrique, un certain nombre de divisions qui sont des centimètres cubes et des dixièmes de centimètre cube ; par conséquent, précisément le chiffre proportionnel de CO^2 p. 10,000 d'air. En réalité, il faut ajouter 5 à ce chiffre, parce que les 5 centimètres cubes d'eau de la lessive de soude retiennent en dissolution le même volume de CO^2, qui ne sera pas sensible sous forme de gaz. De telle sorte, même, que si l'air ne renfermait que 5 CO^2 p. 10,000, il n'apparaîtrait aucun gaz dans la branche gauche du tube en U. — Il y a aussi quelques corrections à faire.

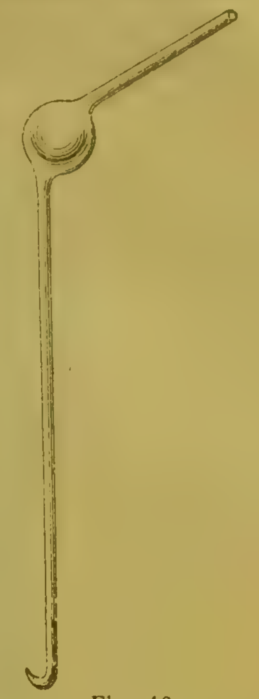


Fig. 48.
Pipette à bec recourbé.

Indicateur automatique continu. — On connaît une substance, la *phtaléine du phénol* (*Phenolphthalein*), qui a la propriété de se décolorer sous l'influence de l'acide carbonique, dans les solutions alcalines qu'elle colore en rouge. Le chimiste Ballo, il y a quelques années, avait déjà exposé un procédé de dosage de l'acide carbonique de l'air, fondé sur ce principe. En 1886, Wolpert a eu l'idée de l'appliquer à la construction d'un appareil assez analogue aux hygromètres à cheveu ou à boyau, qui indique à chaque instant le degré d'impureté carbonique de l'air, et fonctionne tout seul. Nous l'avons décrit, d'après l'inventeur, dans la *Revue d'hygiène*, t. IX, p. 79, 1887.

Une cordelette de lin, à laquelle on a communiqué une certaine raideur par l'immersion répétée dans une forte solution de phénolphthaléine, est fixée dans le tube terminal d'un petit entonnoir de verre et suspendue verticalement au-dessus d'une cuvette. A côté et sur le même plan que l'entonnoir repose un vase cylindrique renfermant la solution alcaline (soude), colorée en rouge par la phthaléine du phénol. On recouvre le liquide d'une mince couche d'huile minérale pour prévenir l'évaporation. Dans la solution, au moyen du flotteur auquel il est fixé, plonge un tube capillaire recourbé en siphon, qui verse une goutte de la liqueur rouge dans l'entonnoir, toutes les 100 secondes, à la température ordinaire. — La cordelette, recevant incessamment de la liqueur rouge, se décolorera s'il y a assez

d'acide carbonique dans l'air, dans la partie qui est le moins arrosée de la liqueur, c'est-à-dire à son extrémité la plus éloignée de l'entonnoir, et sur une longueur proportionnée à la richesse de l'atmosphère en CO^2. L'expérience prouve qu'il en est ainsi, en effet. Il ne reste qu'à monter les diverses parties de cet appareil sur un cadre et à placer derrière la cordelette indicatrice une règle de 40 centimètres de longueur, portant cinq grandes divisions, lesquelles correspondent, de bas en

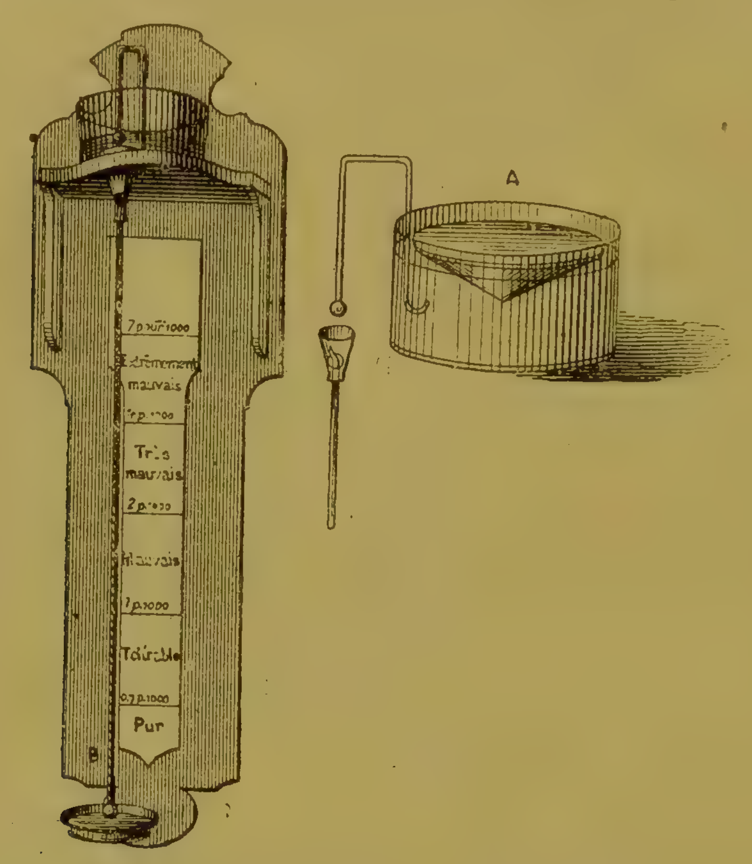


Fig. 49. — *Indicateur automatique de* CO^2 *dans l'air*, d'après Wolpert.

haut, aux titres de CO^2 suivants : 0,7 p. 1,000 (*Air pur*); 1 p. 1000 (*tolérable*); 2 (*mauvais*); 4 (*très mauvais*); 7 (*extrêmement mauvais*), comme le montre la figure 49 (*).

D. La richesse de l'air en *vapeur d'eau* n'est point indifférente à la santé. Mais ce que l'on sait sur ce point ne saurait être bien compris qu'après l'étude des PROPRIÉTÉS PHYSIQUES de l'air et, spécialement, de la *température* atmosphérique et des *pluies*. Nous renvoyons aux développements qui seront donnés, plus loin, à ces objets.

II. — Éléments accidentels de l'atmosphère.

La plupart des corps dont il va être question sont presque aussi *constants* dans l'air que les précédents, mais leur présence ne se conçoit pas comme nécessaire ; ils procèdent d'ordinaire de circonstances liées à la vie des êtres organisés, à l'existence de l'homme en société, à ses habitudes,

(*) Le cordon B est décoloré jusqu'à 2 p. 1000. En A, on voit les détails essentiels de l'appareil

à son industrie. Ils constituent un caractère plus local, plus varié, selon les temps et selon les lieux, que les proportions d'oxygène, d'acide carbonique, et même de vapeur d'eau.

A. Éléments accidentels gazeux. — Les premiers dont il va être question, quoique étant des impuretés, sont tellements constants, qu'ils pourraient être mis sur le même pied que l'un des éléments *normaux*, l'acide carbonique.

1° **Ammoniaque.** — C'est le corps auquel s'applique le mieux cette formule. « D'après l'opinion émise par Boussingault et reprise par Schlœsing, les nitrates enlevés au sol par le drainage naturel des eaux pluviales et versés dans la mer, y seraient décomposés sous l'action de la vie sous-marine et ramenés à l'état d'ammoniaque. Les eaux marines en renferment, en effet, des quantités appréciables qui s'en échappent graduellement avec l'eau évaporée. Là serait l'origine de l'ammoniaque *normale* de l'air, peu variable d'un point à l'autre d'un grand pays comme la France. » (*Annuaire de Montsouris.*) Par un autre côté, l'origine de l'ammoniaque la range bien dans les éléments accidentels ; ses proportions dans l'air oscillent, en effet, selon que les décompositions organiques, fumiers, foyers putrides des grandes villes, en dégagent plus ou moins, par localités.

Elles sont toujours très faibles, ainsi que l'on peut en juger par le tableau suivant, que Renk emprunte à Fodor et à quelques autres auteurs:

Ammoniaque dans l'air libre (par mètre cube).

Auteurs.	Localités.	Ammoniaque par mètre cube, en milligr.
Græger	Mulhouse (par la pluie)	0,425
Kémp	Côtes d'Irlande	4,64
Frésénius	Wiesbaden, de jour	0,126
—	— de nuit	0,218
Horsford	Boston, en juillet	62,3
—	— en décembre	1,55
Pierre	Caen, à 3 mètres au-dessus du sol (hiver)	4,515
—	— à 8 mètres — (année)	0,645
Bineau	Lyon, à 7^{m},50 —	0,425
—	— à 23 mètres —	0,27
—	Caluire, en été	0,132
Ville	Paris	0,032
Brown	Burton, sur le Trent	4,19
—	Aux environs de la ville	2,78
Smith		0,10
Truchot	Clermont-Ferrand	0,93 à 2,79
—	Au puy de Dôme	1,12 à 3,18
—	Au pic de Sancy	5,27 à 5,55
Lévy	Montsouris (moyenne)	0,022
Fodor	Budapest (moyenne de 1879)	0,0331
—	— moyenne de jour	0,0461
—	— — de nuit	0,0475

Selon les deux derniers savants, les proportions d'ammoniaque sont à leur minimum en hiver, augmentent au printemps, atteignent le maximum en été, et se maintiennent encore assez haut en automne.

En Écosse, sur divers points de Glascow, on a obtenu les nombres suivants, par mètre cube d'air :

	Milligr.	
Western Infirmary	0,015	d'ammoniaque.
Hospital-Kennedy-Street	0,019	—
Sailor's Home	0,024	—
Calton	0,044	—
Stirling-Square	0,053	—

Quoique toxique, l'ammoniaque n'existe pas dans l'air libre, à un taux qui puisse, par lui-même, compromettre ni même influencer la santé. Il n'en est pas tout à fait de même dans les espaces clos, lorsque la décomposition de matières azotées envoie dans un air limité des quantités considérables d'AzH^3 à l'état gazeux. C'est tout d'abord un indice de putridité. En outre, ce gaz et ses combinaisons peuvent avoir des effets d'irritation locale sur diverses muqueuses; à la rigueur, influencer la constitution du sang. Mais alors, comme dit Renk, son action se confond avec celle de tant d'autres gaz ou corps volatils, que l'on ne sait pas bien quelle est sa part.

D'après les expériences de K.-B. Lehmann, à l'Institut d'hygiène de Munich, l'ammoniaque ne produit des effets pathologiques chez les animaux (chats, lapins, cobayes, rats), qu'à des doses assez élevées, en général dépassant 1 p. 1000. Les effets immédiats sont plutôt généraux et consistent dans le ralentissement de la respiration. Puis, à partir de 2 p. 1000, se manifestent les effets locaux, dont le trouble de la cornée est l'un des premiers et des plus constants. Il faut arriver aux doses de 15 à 30 p. 1000, pour remarquer des signes violents de douleur et déterminer la mort des animaux, au milieu de la dyspnée et des convulsions. Si la dose, assez forte, n'a pas été poussée jusqu'au point d'entraîner la mort, il se produit de l'œdème de la glotte, des hémorrhagies sous-muqueuses, du catarrhe bronchique, de l'œdème pulmonaire, mais pas de gangrène ni de nécrose.

Il va sans dire que, chez l'homme, l'inhalation de pareilles quantités d'ammoniaque ne se réalise que dans certaines circonstances rares, qui rentrent dans les *accidents de l'industrie* (fabriques de glace par l'appareil Carré, fabriques de soude, etc.).

Il y a de si grandes inégalités dans les proportions d'AzH^3, selon les lieux et les temps, que Renk y voit la preuve qu'une bonne partie de l'ammoniaque de l'air n'est pas à l'état gazeux, sans quoi elle obéirait à l'action des courants et de la diffusion, mais à l'état solide et qu'elle reste en suspension dans l'air comme le charbon de la fumée. En effet, AzH^3 se combine avec les acides carbonique, nitreux et nitrique de l'air; le carbonate d'ammoniaque peut rester volatilisé, mais cela n'arrive pas, à la température ordinaire, au nitrate d'ammoniaque.

Nous avons dit précédemment (page 174) que Schlœsing regarde la mer comme la principale source, ou tout au moins comme le *régulateur* de l'ammoniaque de l'air. L'azote des matières animales ou végétales décomposées s'oxyde dans le sol et ce sont des nitrites et des nitrates que l'eau souterraine et les fleuves portent à la mer; celle-ci réduit les nitrates et met de l'ammoniaque en liberté.

Le professeur Fodor tend à se séparer de cette théorie et fait ressortir que l'ammoniaque de l'air vient de la surface du sol, qu'elle augmente avec les circonstances qui favorisent la putréfaction et qu'elle est comme la mesure de la propreté des localités.

Dosage de l'ammoniaque. — Le même savant hygiéniste dose AzH^3 en faisant passer de 4 à 10 ou 12 mètres cubes d'air sur l'acide sulfurique étendu ; la solution acide et les eaux de lavage sont ensuite soumises à la distillation avec du lait de chaux, jusqu'à ce que toute l'ammoniaque soit passée. On détermine alors la proportion d'ammoniaque dans les produits de la distillation au moyen du *réactif de Nessler* et de la solution normale au 100e de chlorure d'ammonium, comme terme de comparaison.

2° **Acides nitreux et nitrique.** — Ils se forment de l'azote et de l'oxygène de l'air, sous l'influence de l'étincelle électrique, et aussi de l'oxydation (par l'ozone) de l'ammoniaque provenant des décompositions de matière azotée. Les proportions dans lesquelles ils existent dans l'atmosphère sont très faibles et n'intéressent probablement pas la santé. On ne parvient à les doser qu'en analysant les eaux météoriques, qui les dissolvent, comme nous avons vu aussi (p. 175) qu'elles dissolvent de l'ammoniaque.

Acide nitrique par litre d'eau météorique.

Auteurs.	Localités.	AzO^5 par litre, en milligr.
BARRAL	Paris	1,84 à 36,33
BOUSSINGAULT......	Vosges	6,2
—	— par une pluie d'orage...........	0,28
—	Paris	0,4 à 2,1
—	— d'un brouillard condensé..........	10,1
—	— eau de neige	0,3 à 4,0
WAY..............	Angleterre (eau de pluie)................	0,2 à 1,1
BOBIERRE..........	Nantes	1,8 à 16,0
GOPPELSRÖDER	Bâle..	traces à 13,6
EICHHORN	Kutschen	0,72
—	Insterburg..................................	1,72
—	Regenwalde..................................	2,87
—	Proskau......................................	6,18

Les météorologistes de Montsouris trouvaient (1877) de $0^{mgr},3$ à $7^{mgr},8$ AzO^5 par 100 mètres cubes d'air, à Paris.

On pourrait, dans certaines fabriques de produits chimiques, en rencontrer des proportions plus élevées et plus offensives.

3° **Impuretés gazeuses ou volatiles.** — Elles ont un caractère tout à fait contingent. Leur présence est liée à des conditions locales ; elles ne sont sensibles qu'à une courte distance du point où elles se sont formées et ne sont pas durables. On peut les rattacher à trois ordres de causes : les décompositions organiques, l'industrie, la vie de l'homme et des animaux.

a. *Gaz de décomposition organique.* — A cette classe pourraient se rattacher, pour une grande part, l'*ammoniaque* et l'*acide carbonique*, sur lesquels nous ne reviendrons pas. L'*hydrogène protocarboné* se remarque dans l'air des marais (Roth et Lex) ; il caractérise l'air de certaines galeries de mines (grisou). L'*hydrogène sulfuré*, qui accompagne quelquefois le précédent, dans les contrées malariales, est un des produits les plus constants de la putréfaction et fait toujours partie, avec l'*ammoniaque*, les *amines*, les *acides gras volatils*, des gaz des fosses d'aisances, des égouts mal faits, des fleuves qui reçoivent les déjections urbaines (la Tamise en 1855, sous les fenêtres

du Parlement). La pratique de la vidange à la main et en petits tonneaux mal fermés en verse, tous les matins, des torrents dans les rues de Lille (sulfhydrate d'ammoniaque).

On peut rapprocher des gaz dont il est ici question les émanations des cimetières mal soignés, des voiries, des clos d'équarrissage, des fabriques d'engrais (Paris, en 1880); ce qui nous conduit aux gaz d'industrie. On a signalé l'*hydrogène phosphoré* dans l'air des cimetières.

L'acide sulfhydrique est toxique pour les animaux (chiens et chats) dans les proportions de 2,5 à 5 p. 1000 qui, heureusement, ne se réalisent jamais à l'air libre. Mais le fait se produit peut-être dans les fosses d'aisances et sur certains points des égouts.

Dans tous les cas, les gaz de la putréfaction, y compris ceux des égouts et des latrines malpropres, *ne peuvent déterminer que des intoxications et n'engendrent pas de maladies infectieuses*. A cet égard, la théorie anglaise (*Sewergases theory*) sera discutée au chap. de l'HYGIÈNE URBAINE. L'idée de Wernich, que les gaz de la putréfaction disposent le sang humain à être le milieu de culture des germes infectieux, a été réduite à néant par Buchner et par F. Renk. Ce dernier admet toutefois une *intoxication chronique* par l'inhalation prolongée de ces mêmes gaz, avec des désordres de l'hématopoïèse et de la digestion qui entraînent peu à peu l'inanition, l'amaigrissement, la faiblesse intellectuelle et physique. Zuber restait dans le doute vis-à-vis de cette « hypothèse ». Cependant, à défaut de vérification par le laboratoire, il semble bien que l'observation naturelle montre quelquefois la réalisation plus ou moins parfaite de l'état décrit par Renk, chez les habitants de quelques quartiers des villes dont les logements abritent, d'une façon spéciale, la putridité.

b. *Gaz de l'industrie*. — La plupart des houilles sont *pyriteuses;* d'où il suit qu'en brûlant, elles répandent des vapeurs d'*acide sulfureux*, qui, à la faveur de l'humidité de l'air, se transforme en *acide sulfurique*. Le chauffage domestique au charbon de terre projette déjà de ces acides dans l'air urbain, mais ils ne sont qu'une infime partie de ce qu'en versent les hautes cheminées d'usines (400 à Lille, environ), les fours des verreries, les fabriques de *bleu d'outremer* par le procédé français, les fabriques d'acide sulfurique.

On compte 1^{gr},67 d'acide sulfurique dans 1000 mètres cubes de l'air de Londres; 2^{gr},518 à Manchester (A. Smith). On en trouve aisément 22 milligrammes dans 1 litre d'eau de la pluie de Lille (Ladureau). Renk cite, d'après Hasenclever, une usine qui mêle à l'air 1,440,000 quintaux de gaz acides, dont 58 p. 100 d'acide sulfureux dû à la combustion de la houille. C'est un inconvénient sérieux. Outre le fumet désagréable de ces vapeurs, elles brûlent les plantes, acidifient l'eau des citernes, attaquent les instruments et les ustensiles de cuivre ou d'acier, décolorent les papiers de tenture, ternissent les étoffes, etc. A Lille, la pluie troue rapidement les toitures en zinc et les plombières.

On ne sait quelles influences l'acide sulfureux, dans ces conditions, peut avoir sur la santé; elles ne semblent pas devoir être heureuses, bien que

quelques-uns aient rappelé, à cette occasion, les propriétés antiseptiques de ce gaz. Les recherches de Masanori Ogata, qui ont l'assentiment de Lehmann, tendent à prouver que l'acide sulfureux n'a pas, vis-à-vis des grands animaux, l'indifférence relative que lui attribuait L. Hirt. Il tue les lapins à la dose de 2 ou 3 p. 1000. Indépendamment de son action irritante, ce serait un « poison du sang ». A vrai dire, les proportions mortelles n'existent pas dans l'air libre; mais elles pourraient quelquefois se présenter dans l'industrie.

L'ammoniaque fait quelquefois partie des gaz d'industrie (*Voy.* plus haut). Dans d'autres circonstances, ce sont des vapeurs de *chlore*, d'*arsenic*, d'*acide phosphorique*. Le chlore est un des gaz les plus toxiques que l'on connaisse, et, d'après Lehmann, ses effets sont beaucoup plus intenses que ne l'ont cru L. Hirt et Eulenberg, puisque le premier n'a pu, dans ses expériences sur les animaux, aller au delà de la proportion 0,8 p. 1000 dans l'air qu'il leur faisait respirer. Les phénomènes manifestés par les victimes sont ceux d'une excitation violente et douloureuse, la dyspepsie et, plus tard, la somnolence.

L'*acide chlorhydrique* (fabriques de soude) agit comme l'ammoniaque (Lehmann). Les fabriques d'ammoniaque mêlent à l'air de l'hydrogène sulfuré, du sulfhydrate d'ammoniaque, de l'*hydrogène arsénié;* les ateliers de vulcanisation du caoutchouc y envoient du *sulfure de carbone;* les fonderies de suif, les fabriques de vernis, celles de bâches imperméables, y répandent des *acides gras volatils;* les tanneries y mêlent des gaz de putréfaction.

Le *gaz d'éclairage* a droit à une mention particulière. Sa canalisation dans le sol en fait pénétrer des torrents sous le pavé des villes, par les fissures ou les maljoints des conduites; de là il se diffuse dans l'air. C'est, comme nous le dirons, un mélange très complexe d'hydrocarbures, la plupart odorants, et d'*oxyde de carbone* (3 à 15 p. 100), gaz éminemment toxique, mais dont la nocuité ne s'exerce pourtant que dans les espaces clos (Voy. HABITATIONS, ÉCLAIRAGE).

c. *Produits gazeux ou volatils dus à la vie de l'homme et des animaux.* — Ceux-ci ont une grande importance, de ce fait qu'ils atteignent tout d'abord l'air limité des habitations et des rues.

En tête de ces produits se placent ceux de la respiration. On savait depuis longtemps que l'*air expiré* des poumons de l'homme et des animaux vicie l'air des espaces clos, par l'*acide carbonique*, dont les proportions s'élèvent aisément à 1 p. 1000 et davantage, dans une chambre de caserne à la fin de la nuit, dans une salle de classe après quelques heures de séjour des écoliers. Mais l'on se rendait bien compte que cette viciation par de telles proportions de CO^2 n'est qu'une *infériorité* de l'air, et ne le rend ni toxique ni infectieux. Aussi supposait-on que l'air expiré renferme quelque autre chose de beaucoup plus offensif; ce quelque chose devait être tout au moins de la matière organique de déchet, putrescible ou déjà putride, dans un état de division extrême, volatile peut-être; et même, le cas échéant, cette matière expulsée par l'acte expiratoire pouvait renfermer de véritables germes infectieux.

Or, ces hypothèses se sont évanouies quand on les a soumises à la vérification expérimentale. L'air expiré n'est pas aussi *optiquement* pur que le prétend Tyndall, car il contient une partie des poussières qu'avait introduites l'air inspiré; mais la surface vésiculaire ou bronchique ne fournit aucune molécule solide, germe ou autre, à la colonne d'air que le poumon rejette; c'est le contraire, cette surface retient les poussières qui sont venues à son contact. Hermans démontre, par l'analyse chimique, que l'air d'un espace clos, dans lequel a respiré, pendant huit heures, un homme préalablement baigné et vêtu d'effets absolument propres, bien portant, et n'ayant spécialement aucun trouble des fonctions digestives, ne révèle pas trace de matière organique aux réactifs les plus délicats (solution de caméléon). Il n'y a, par conséquent, pas de matière oxydable *volatile* dans un pareil air, non plus, apparemment, que de poussières organiques en suspension. W. Dubreuilh et J. Straus, d'autre part, ont reconnu que l'air expiré est généralement pur de germes; la respiration des hommes fixe les microbes sur le poumon, et ce pourrait être un moyen de purifier l'air à cet égard.

Il reste pourtant, de ces études, une remarque récente, qui prouverait que tout n'est point erroné dans l'intuition de nos devanciers, et que la respiration de l'homme et des animaux met une substance volatile nuisible dans l'air des espaces clos. Ce sont les constatations de Brown-Séquard et de d'Arsonval, communiquées à la *Société de biologie* (24 décembre 1887 et séances suivantes), d'après lesquelles l'air expiré contiendrait une ou plusieurs substances toxiques telles que, si l'on injecte à un lapin 6 à 7 grammes du liquide obtenu par la condensation des vapeurs pulmonaires qu'entraîne l'air expiré sortant de la bouche d'un homme, on observe des troubles divers (dilatation pupillaire, ralentissement de la respiration, accélération du pouls, abaissement de température, faiblesse paralytique) et même la mort, lorsque l'injection va à 15 centim. cubes de ce liquide. La toxicité de ce liquide ne diminue point par l'ébullition. Pour les auteurs, c'est un « alcaloïde volatil », sécrété par les poumons et très analogue à la ptomaïne que Brieger appelle « névrine putréfactive ».

Toutefois, A. Dastre et P. Loye, qui admettent que l'excrétion de divers composés, tels que le *carbonate d'ammoniaque*, peut être une fonction permanente de la glande pulmonaire, ont appelé l'attention sur la nécessité de distinguer entre l'air qui sort du poumon directement et celui qui a, en outre, traversé les voies respiratoires supérieures, les bronches, le pharynx, la bouche. En faisant agir le premier seul, ces derniers auteurs n'ont observé aucun accident. Mais comme dans la réalité des choses, c'est le second, c'est-à-dire l'air mixte, qui se répand dans les pièces où se trouvent des hommes ou des animaux, il convient d'accorder la plus grande attention aux résultats de Brown-Séquard et de d'Arsonval. L'*anthropoxine* n'est plus une simple vue de l'esprit; il y aurait même une *zootoxine* pulmonaire.

D'ailleurs, cette viciation organo-chimique de l'air est complétée par l'évaporation de la *sueur* et par ses éléments volatils (*acides formique, butyrique, acétique, propionique*), ou les produits de leur décomposition dans

les vêtements que la sueur imprègne (*ammoniaque, acides valérianique, caproïque, caprylique*), avec des *substances odorantes*, variables selon les individus. La peau elle-même fournit de ces dernières, indépendamment de la sécrétion sudorale, en santé ou en maladie.

Le tube digestif, de la part des personnes chez qui ses fonctions sont quelque peu pénibles, évacue des gaz et des vapeurs odorantes, par haut ou par bas. Les gaz qui se sont accumulés dans l'intestin s'échappent avec l'excrétion fécale qui, elle-même, encore à l'état frais, en met en liberté d'autres avec des essences odorantes (acide carbonique, ammoniaque, *hydrogène*, acides butyrique, acétique, *indol, phénol, scatol*). Lorsque les déjections ont fermenté, c'est le tour de l'hydrogène sulfuré et des amines. Dans de mauvaises conditions, que l'on spécifiera ultérieurement, les cabinets d'aisances sont le foyer de production de ces éléments et en pénètrent l'air des habitations.

Le *chauffage* et l'*éclairage* produisent toujours de l'acide carbonique; le second fournit presque toujours de la vapeur d'eau. Selon que les appareils sont plus ou moins parfaits et fonctionnent plus ou moins bien, ce sont là aussi deux sources d'oxyde de carbone, de *vapeur de charbon*, de carbures d'hydrogène, d'acides sulfureux et sulfurique. Le passage des poussières organiques sur la paroi rougie des poêles de fonte donne lieu à la formation de *produits de distillation sèche*, mal odorants.

La fermentation de la gélatine des enduits, de la colle de pâte sous les papiers de tenture, des matériaux de construction quelconques, à la suite de l'invasion des moisissures ou des Schizomycètes, dont beaucoup fabriquent des odeurs, est une cause fréquente d'imprégnation fétide de l'air des appartements. Les *odeurs de crasse* et de *renfermé* sont dues, vraisemblablement, à la fermentation des molécules organiques déposées par les contacts et par la sueur sur les vêtements, les meubles, les objets de toilette. Il n'y est remédié que par la propreté et par la ventilation, qui oxyde à fond ces substances en proie à la décomposition lente.

Il suffit d'une mention, défavorable d'ailleurs, aux *parfums* artificiels, dont quelques-uns aiment à s'entourer, et même aux *fleurs odorantes*, dont la place n'est pas dans les pièces habitées.

L'homme fuit instinctivement les mauvaises odeurs et recherche les odeurs agréables; c'est aux plantes, le plus communément, que l'on demande celles-ci, et c'est là qu'est le principal danger; parce que les fanatiques des fleurs s'en entourent dans les appartements et que les plantes respirent, par conséquent altèrent aussi l'atmosphère (la nuit surtout). Cependant, on cite quelques faits qui prouveraient que les parfums végétaux par eux-mêmes peuvent être cause d'accidents graves et même mortels. Ainsi, cet épicier et son domestique, cités par Wiel et Gnehm, que l'on trouva morts dans leur chambre pour avoir couché en compagnie de trois caisses d'orangers; et cet autre imprudent qui s'était fait une sorte d'alcôve avec des branches d'*Oleander*, et qui éprouva le même sort (Les parfums du laurier-rose ont peut-être une toxicité spéciale).

Les odeurs de la putréfaction éloignent tout naturellement les humains des foyers où s'accomplit ce phénomène. Cependant Nægeli fait remarquer que la

putréfaction suppose nécessairement l'humidité ; or les spores de champignons infectieux ne quittent pas les surfaces humides; par conséquent l'odeur de putréfaction indique précisément qu'il n'y a pas encore de danger. C'est quand le foyer est à sec, que le dégagement de gaz cesse et qu'il n'y a plus d'odeur, que les germes infectieux peuvent se répandre dans l'atmosphère et gagner nos voies respiratoires. On comprend, dans cette conception, que des auteurs aient déclaré inoffensives les selles fraîches de cholériques ou de typhoïsants. En fait, les médecins, si souvent atteints par l'odeur de pareilles déjections ; les paysans, qui vivent dans les parfums stercoraux ; beaucoup d'ouvriers et même la plupart des citadins, dont l'atmosphère est si souvent pénétrée de parfums suspects, ne sont pas frappés de maladies en proportion du danger qu'il y aurait, si ces émanations, comme telles, étaient vraiment très offensives.

Finalement, au point de vue des *applications sanitaires* et en dehors de ce qui a été dit des fortes doses de gaz toxiques, la formule ne saurait être l'innocuité des gaz étrangers en proportions minimes, des corps volatils et des principes odorants. « Tout ce qui pue ne tue pas », disait Bouley, et l'inverse est également exact. Mais tout ce qui atteint le simple bien-être diminue l'épanouissement de la vitalité. L'hygiène n'est pas seulement négative ; elle ne se borne pas à enseigner la préservation contre les agents violents; elle tend à élever la santé humaine et, tout d'abord, dans ce but, à maintenir aux milieux leurs vertus positives. La principale vertu de l'air est d'être un *tonique* et un *oxydant;* il l'est d'autant plus qu'il est plus pur, comme on le reconnaîtra, à chaque pas, dans ce chapitre. De sorte que l'hygiène ne saurait mieux faire que de réclamer la réalisation de la définition des chimistes : « l'air est un gaz incolore, inodore et sans saveur. » Il n'est pas plus normal de respirer un air entaché de gaz putrides, de vapeurs irritantes, d'émanations nauséabondes, que de boire une eau sale ou de manger des aliments avariés.

Bibliographie. — Wolpert : *Ueber Messung und Vermehrung der Luftfeuchtigkeit in Wohnungen* (Corresp. Blatt des Niederrheinischen Vereins f. öff. Gesundheitspflg. Cöln, 1876). — Hesse : *Bestimmung der Kohlensäure in der Luft* (Zeitschrift f. Biologie, 1877). — Gotschalk : *Nachweisbarkeit des Kohlenoxydes in sehr kleinen Mengen.* Leipzig, 1877. — Langer (Th.) : *Die Atmosphäre* (Gohren's Agricultur-Chemie, 1877). — Annuaire de Montsouris, 1877, et années suiv. — Winsor : *Seventh Report of State Board of Massachusetts*, 1877. — Briggs (Robert) : *On the relation of moisture in air to health and comfort* (Journal of Franklin Institute, 1878). — Tidy (Charles Meymott) : *Handbook of modern chemistry*, 1878. — Lincoln (D. F.) : *The atmosphäre* (A Treatise on Hygiene, edit. by Buck. New-York, 1879). — Reiset : *Sur la proportion de l'acide carbonique de l'air* (Comptes rendus Acad. des sciences, 19 mai 1879). — Marié-Davy : *L'acide carbonique dans ses rapports avec les grands mouvements de l'atmosphère* (Comptes rendus de l'Acad. des sciences, 5 janvier 1880). — Bouvet (A.) : *Des variations du degré hygrométrique de l'air chauffé* (Revue d'hygiène, 1880, n° 2). — Fodor (J.) : *Die Luft und ihre Beziehungen zu den epidemischen Krankheiten.* Aus dem Ungarischen übersetzt. Braunschweig, 1881. — Angot : *Sur le psychromètre* (Journal de physique, X, p. 112, 1881). — Binz (Ch.) : *Ozonisirte Luft ein schlafmachendes Gas* (Berlin. klin. Wochenschrift, 1-2, 1882, und 40, 1884). — Hermans (J. Th.) : *Ueber die vermeintliche Ausathmung organischer Substanzen durch den Menschen* (Archiv f. Hygiene, I, p. 1, 1883). — Galle : *Die von Hottinger et C° verfertigten Haarhygrometer* (Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen. Berlin, 1883). — Pernter : *Psychrometerstudien* (Sitzunsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften. Wien, 1883). — Bertin-Sans (E.) : *Dosage hygiénique de l'acide carbonique de l'air* (Annales d'hygiène, 3e série, IX, p. 239, 1883). — Wolpert (A.) : *Einfache Prüfung der Luftreinheit in Wohnräumen* (Centralblatt f. allgem. Gesundhpfl.

II, p. 231. 1883). — Arnould (J.) : *Le procédé de dosage de l'acide carbonique de l'air du docteur Wolpert* (Bulletin médical du Nord, p. 372, 1883). — Blochmann : *Phenolphtalein als Indicator zur Bestimmung der Kohlensäure in Gasgemischen* (Berichte der deut. chemisch. Gesellschaft, 7, p. 1884). — Ballo (M.) : *Ueber die Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Luft* (Berichte der. d. chem. Gesellschaft, p. 1097, 1884). — Fodor (J.) : *Mittheilungen aus d. hygienisch. Institut der Budapester Universität* (Archiv f. Hygiene, II et III, 1884, 1885). — Onimus : *Ozone et choléra* (Gazette hebdomad. de méd. et de chir. p. 563, 1884). — Reinhard (Hermann) : *Die relative Feuchtigkeit der Atmosphäre und ihre Wirkung auf den Menschen* (Archiv f. Hygiene, III, p. 183, 1885). — Deneke (Th.) : *Ueber die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit zu hygienischen Zwecken* (Zeitschrift f. Hygiene, I, p. 47, 1886). — Renk (Friedr.) : *Die Luft* (Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten von Pettenkofer und Ziemssen. Leipzig, 1886). — Wolpert (A.) : *Ueber kontinuirlich selbstthätiger Luftprüfer* (Gesundheits-Ingenieur, 15 novembre, 1886). — Lehmann (K. B.) : *Experimentelle Studien über den Einfluss tecknisch und hygienisch wichtiger Gase und Dämpfe auf den Organismus* (Archiv f. Hygiene, V, p. 1, 1886 et VII, p. 231, 1887). — Brown-Séquard et d'Arsonval : *Toxicité de l'air expiré* (Société de biologie, 24 décembre 1887, et Acad. des sciences, 9 janvier 1888). — Dastre (A.) et Loye (P.) : *Toxicité de l'air expiré* (Société de biologie, 28 janvier 1888). — D'Arsonval : *Ressemblance entre l'action toxique de certaines ptomaïnes et celle du poison pulmonaire* (Semaine médicale n° 7, p. 53, 1888).

Consulter. — Dumas et Boussingault : *Recherches sur la véritable composition de l'air atmosphérique* (Annales de chimie et de physique, 3° série, III, 1841). — Boussingault : *Recherches sur la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air de la ville de Paris* (Annales de chimie et de physique, 3e série, X, 1844). — Boussingault et Lévy : *Observations simultanées faites à Paris et à Andilly pour rechercher la proportion d'acide carbonique contenue dans l'air atmosphérique* (Comptes-rend. Acad. des sciences, XVIII, 1844). — Regnault : *Résultat de recherches sur la composition de l'air atmosphérique à Paris pendant le mois de janvier* 1848 (Comptes rend. Acad. sciences, XXVI, 1848). — Pettenkofer (Max von) : *Ueber eine Methode die Kohlensäure in der atmosphärischen Luft zu bestimmen* (Abhandl. d. Kgl. Bayer. Akademie, 1858). — Conseil de santé de l'armée : *Instruction sur les observations météorologiques à recueillir dans les hôpitaux militaires* (Recueil de mém. de méd. milit., 3e série, XI, 1864). — Vivenot : *Ueber die Messung der Luftfeuchtigkeit* (Wiener medic. Wochenschrift, 1864). — Smith (Robert Angus) : *Air and Rain ; the beginnings of a chemical climatology*. London, 1872. — Fox (Cornel. B.) : *Ozone and antozone*. London, 1873. — Truchot : *Sur la proportion d'acide carbonique dans l'air atmosphérique. — Sur la quantité d'ammoniaque à différentes altitudes* (Comptes-rendus Acad. des sciences, LXVII, 1873).

B. Éléments accidentels solides. — Nous comprenons sous ce titre les *poussières* et les *microorganismes*. Ces derniers sont encore assurément des poussières ; mais ils sont intéressants à tout autre égard que celui de leurs propriétés de corps pulvérulents.

Poussières atmosphériques. — Au point de vue du volume, Nægeli divise les poussières en trois groupes : poussières *visibles*, poussières *solaires*, poussières *invisibles*. Le dernier groupe est essentiellement constitué par les Schizomycètes. Dans le premier, se rangent toutes les poussières visibles à l'œil nu. Celles qu'on ne voit que dans un rayon de soleil sur fond sombre forment le deuxième groupe. Tyndall a montré que ce rayon traversant un air absolument pur ne serait pas visible. Renk assure néanmoins avoir trouvé un moyen de rendre visibles des poussières qu'on ne remarque pas dans un rayon de soleil ; ce moyen repose sur le fait par lequel Aitkin explique la formation du brouillard, à savoir, que, dans un air saturé d'humidité, la vapeur ne se précipite que sur des molécules solides.

Provenance des poussières. — Il y a peut-être des *poussières cosmiques ;* ainsi les sphérules noires de fer, signalées par Gaston Tissandier, revues par Nordenskjöld sur les glaces des régions circumpolaires, et par Schuster

au voisinage des Pyramides. Mais le caractère météorique attribué à ce fer par les auteurs précédents est contesté par d'autres, principalement en raison de ce qu'il n'y a pas de poussière de nickel, métal que l'on devrait rencontrer plus souvent que le fer, s'il y avait des poussières d'origine cosmique.

Les poussières les plus communes viennent de l'usure des roches, sous l'action de la température et de l'eau. Bien que lourdes, elles sont assez ténues pour que le vent les soulève, les transporte au loin, les étale sur les continents, dont elles modifient le relief, avec l'aide des siècles. On leur attribue la formation des grandes plaines qui s'étendent du Mississipi aux Montagnes Rocheuses, les steppes de la Chine et de l'Asie centrale (v. Richthofen).

D'autres fois la poussière est due à des *phénomènes volcaniques*. Celle qui ensevelit Herculanum et Pompéi, et qu'on appelle improprement « cendre », est de la lave porphyrisée par les gaz développés pendant qu'elle était en fusion.

Dans les villes, le frottement des roues de voitures et les pieds des chevaux pulvérisent, à la surface des chaussées, des matières calcaires et siliceuses, que la trépidation du sol en détache ensuite et que le vent disperse. Le *charbon*, le *silex*, les *sels terreux*, *alcalino-terreux* et *alcalins*, ne font jamais défaut dans la poussière urbaine (Miquel). Le silex y apparaît soit en fragments à arêtes aiguës, soit en grains extrêmement ténus. Le carbonate et le sulfate de chaux se rencontrent à l'état amorphe ou semi-cristallisés. Miquel a maintes fois constaté, contrairement à l'opinion de certains auteurs, que l'air renferme des cristaux à formes géométriques parfaites. Mais c'est surtout la *poussière de charbon* qui est le fléau des grandes villes, industrielles spécialement, Londres, Manchester, Birmingham, Lille, Barmen, Elberfeld, etc. (Voy. HYGIÈNE URBAINE). Renk insiste sur le désagrément qu'inflige à tout le nord-ouest de l'Allemagne la fumée de la tourbe (*Moorrauch*), provenant de l'habitude qu'ont les paysans de la Frise et de certaines régions de la Hollande de brûler, au printemps, d'énormes quantités de tourbe pour pouvoir cultiver dans ses cendres un peu de froment, de seigle ou d'avoine. Des pays entiers, très éloignés des marais tourbeux, sont infestés de cette poussière charbonneuse et de ces noirs nuages, juste au moment (avril-mai) où le réveil de la nature devrait la rendre le plus agréable.

On peut rapprocher des précédentes les *poussières industrielles*, si variées, simplement irritantes ou sérieusement toxiques, dont le détail sera donné en son lieu.

Enfin, les règnes *organiques* fournissent une quantité de poussière que Gaston Tissandier a évaluée au tiers de la masse pulvérulente qui existe dans l'atmosphère des villes. Tichborne (Dublin) et Wolfinger (Munich) indiquent à peu près la même proportion. Ehrenberg, dès 1828, reconnaissait dans l'air de Berlin la présence d'organismes propres aux régions africaines et, dans l'air du Portugal, des débris d'infusoires appartenant aux steppes d'Amérique. Ce fut le commencement des immenses découvertes qui allaient être faites sur le rôle des germes de l'air.

Les *poussières végétales* sont ou des *microorganismes* vivants et leurs spores, ou des débris de fibres, de cellules, de pellicules épidermiques, de spires de trachées, de poils végétaux. Dans l'air des habitations, les fibres de coton, de lin, de chanvre, abondent. Puis viennent les *pollens* de toute sorte (fig. 50, *d*), dont il y a une extrême abondance aux mois d'avril, mai, juin. Enfin, les grains d'amidon forment environ la centième partie des poussières organisées, apportées par les vents.



Fig. 50. — *Particules minérales et poussières végétales de l'atmosphère* (*).

Les *poussières animales* comprennent des cadavres de petits insectes ou leurs débris, des écailles de papillons, du duvet, des brins de laine, des débris de cellules épithéliales, rares en plein air. L'air tient encore en suspension des œufs d'infusoires ; Ehrenberg, de Quatrefages, Sanderson, Cunningham en ont jugé ainsi d'après les constatations de ces œufs dans les eaux météoriques. Mais il est très difficile de les trouver dans l'air même, au milieu des autres corpuscules, à l'aide de la réaction de l'ammoniaque, du moment qu'il n'y en a qu'un ou deux, selon l'estimation de Miquel, dans 10 mètres cubes d'air, c'est-à-dire perdus dans 200,000 spores de cryptogames. L'observateur qui vient d'être nommé a réussi, au moyen de procédés ingénieux et qui n'admettent guère d'objections, à obtenir dans l'eau de pluie, à côté de nombreuses productions cryptogamiques, un infusoire voisin du genre *Chætomonas*, de nombreux infusoires de ceux qu'Ehrenberg a nommés *Monas lens*, des amibes et des infusoires ciliés très analogues, sinon identiques, à l'espèce *Cercomonas crassicaudata* de Dujardin ; c'est-à-dire des Monades et des Rhizopodes, comme il était arrivé à Samuelson. Donc il y a des œufs d'infusoires dans l'air, et il n'est pas nécessaire de supposer que les monades et les rhizopodes aient besoin pour exister de passer à l'état de zoospores de cryptogames. D'ailleurs, on s'est assuré que les spores de cryptogames vulgaires, cultivées à l'état de pureté, ne donnent point d'infusoires quand on les ensemence dans de l'eau bouillie.

(*) *a*, cristaux. — *b*, débris végétaux, fibreux et cellulaires. — *c*, grains d'amidon. — *d*, pollens (Miquel).

Suspension des poussières dans l'air. — A l'air libre, ce sont les grands courants atmosphériques qui font flotter les molécules solides, sollicitées d'ailleurs par l'attraction du globe. Dans les habitations, selon la remarque de Nægeli, cet effet est dû aux courants de ventilation et même à ceux dont on ne se rend pas compte, qui procèdent des irrégularités de température. En outre, les gaz de l'air se condensent sur les petits corps solides et en augmentent le volume, sans en élever sensiblement le poids. De là une diminution de la densité des corpuscules de la poussière, telle que l'équilibre peut être parfait entre la vitesse du courant d'air et l'attraction terrestre ou même être rompu à l'avantage de la première.

Les liquides et les surfaces humides, lors même qu'il y aurait là des molécules en suspension ou lâchement fixées, ne donnent pas de poussières. C'est un des faits les mieux établis, grâce aux expériences de Nægeli, Buchner, Pumpelly et Smith, Miquel, Wernich. Cette loi s'appliquant aux microorganismes du sol humide et des eaux souillées, son importance ressort d'elle-même, et la question de savoir si les vapeurs émanées d'une surface liquide entraînent avec elles des microorganismes et des germes est résolue négativement. Une circonstance, toutefois, fait brèche à cette loi tutélaire, c'est que les liquides violemment agités, ou dans lesquels se forment des bulles de gaz qui viennent éclater à la surface, projettent de fines gouttelettes dans l'air par une sorte de pulvérisation ; les molécules solides primitivement en suspension dans cette part du liquide se trouvent ainsi transportées dans l'air et peuvent y rester.

Quantité des poussières. — Gaston Tissandier trouvait, dans l'air de Paris, 6 milligrammes de poussière par mètre cube, après la pluie, et 25 milligrammes par la sécheresse. A son estimation, 15 kilogrammes de poussières environ flottent dans une épaisseur de 5 mètres de l'air qui couvre le Champ-de-Mars (500,000 m.q.). A la campagne, le même savant n'obtenait que $0^{mgr},25$ après la pluie et 3 à $4^{mgr},5$ en temps sec. Fodor, dans l'air libre, arrive aux moyennes de $0^{mgr},42$ en automne, $0^{mgr},24$ pour l'hiver, $0^{mgr},35$, au printemps et $0^{mgr},55$ en été.

En somme, les recherches portant sur la poussière *en général* sont peu nombreuses. On s'est porté avec beaucoup plus de soin vers la recherche des poussières *animées*, et nous n'aurons à indiquer cette technique spéciale qu'à l'occasion des *microorganismes* de l'air.

Rôle étiologique des poussières. — En en séparant, jusqu'à nouvel ordre, les corpuscules vivants, les poussières atmosphériques semblent pouvoir se distinguer en *indifférentes*, *vulnérantes*, *toxiques*, *septiques*.

Les premières proviennent surtout des substances végétales, sont de faible consistance, n'attaquent point nos tissus et sont facilement arrêtées par l'épithélium vibratile des bronches.

Les secondes, calcaires, siliceuses, charbonneuses, sont dures et souvent pourvues d'angles et d'arêtes qui leur permettent de forcer la résistance du revêtement épithélial des voies aériennes.

Les poussières toxiques, de provenance minérale (plomb, arsenic), agissent beaucoup plus par absorption que par pénétration et, à la rigueur,

peuvent être prises par la muqueuse des lèvres, de la bouche, être déglu-ties avec la salive et jouer leur rôle d'agents vénéneux, sans s'introduire très profondément dans le système respiratoire.

Les poussières septiques nous paraissent compléter l'imprégnation fâ-cheuse de l'air que nous avons déjà signalée à propos du *poison pulmo-naire* et des *émanations odorantes*.

Les poussières de toute espèce peuvent pénétrer et pénètrent dans l'économie. Deux circonstances ont pendant longtemps retardé la reconnaissance de ce fait, aujourd'hui unanimement admis; d'une part, on croyait que les poils placés à l'entrée des fosses nasales et surtout les cils vibratiles de l'épithélium bronchique empêchaient l'accès de molécules étangères jusqu'aux alvéoles du poumon; en sup-posant même que cet obstacle pût être franchi, comment les molécules minérales ou autres auraient-elles traversé la paroi alvéolaire? tout au plus les fragments pierreux ou métalliques, à angles aigus et à arêtes tranchantes, en paraissaient-ils capables. D'autre part, quand il s'agissait de la présence, dans le poumon, des molécules charbonneuses, les plus communes de toutes, il se posait toujours la question de savoir si les amas noirs n'étaient pas simplement du pigment d'origine animale plutôt que du charbon véritable.

La première difficulté était la plus sérieuse. Pearson en 1813, Laënnec en 1819, et beaucoup d'autres après eux, en France ou en Angleterre, avaient affirmé la présence du charbon dans le tissu pulmonaire et indiqué les rapports de cette lésion avec la profession de charbonnier. Cependant, lorsque Villaret (1862), à l'aide d'expériences sur des lapins, eut démontré directement que la respiration d'une atmosphère charbonneuse entraîne le dépôt de molécules de charbon dans les alvéoles, il se crut obligé, en faisant la théorie des résultats obtenus, de sup-poser que ces molécules avaient pris le chemin très long de la circulation générale; elles avaient été absorbées sur la muqueuse digestive par les veines mésentériques, transportées par la veine-porte au foie, de là au ventricule droit, puis au poumon. Une circonstance qui le frappait particulièrement, c'est qu'il n'arrivait pas de pous-sière dans les alvéoles dans un laps de temps moindre que 6 heures d'inhalation.

Il n'y a plus aujourd'hui à discuter ce point. Les poussières de toute espèce suivent la voie bronchique, gagnent la vésicule pulmonaire et en traversent la paroi pour atteindre jusqu'au tissu conjonctif du poumon. Zenker (1865-67) dé-montra que les particules poussiéreuses n'ont même pas besoin pour s'introduire de posséder des angles ou des aspérités; ainsi, la poussière d'oxyde de fer, com-posée de grains arrondis, nullement offensifs, se retrouvait dans les alvéoles. En ce qui concerne la poussière de charbon, Traube (1860) la reconnaissait dans les cellules et le tissu du poumon, après la mort, chez un individu qui avait pratiqué le commerce du charbon de bois. Virchow, après quelques hésitations fondées sur des raisons physiologiques (l'absence de particules charbonneuses dans l'épaisseur de la cloison interalvéolaire, leur accumulation sous la plèvre), déterminait non seulement la nature des amas noirs, mais jusqu'à l'essence de bois qui les avait fournis. Selon Robin, la *pénétration* des particules solides dans les tissus se fait, non par déchirure, mais par pression; les éléments histologiques s'écartent pour laisser passer ces molécules et se referment sur elles. Rindfleisch (1871) proclame de même que les particules poussiéreuses adhérentes à la paroi vésiculaire ne peuvent recouvrer leur liberté; leur pesanteur aide à la pénétration. Arrivées dans le parenchyme pulmonaire, elles suivent le torrent des fluides nourriciers extra-vasculaires, rencontrent les éléments cellulaires qui sont capables de fixer dans

leur protoplasma les corpuscules solides de très petites dimensions, les corpuscules du tissu conjonctif, les cellules migratrices (*Wanderzellen*); celles d'entre elles qui ne sont pas fixées gagnent la racine du poumon et s'incorporent aux glandes lymphatiques du médiastin.

Il conviendrait, selon nous, d'ajouter à la *dureté*, avec ou sans arêtes, la *ténuité*, comme condition qui favorise la pénétration des molécules minérales dans l'épaisseur du tissu pulmonaire. Les poussières de coton, comme telles, ne possèdent ni l'une ni l'autre de ces qualités dangereuses et, s'il est certain qu'elles pénètrent aisément dans les bronches, même les petites, il l'est beaucoup moins qu'elles traversent la paroi alvéolaire, comme le charbon, et forment des noyaux ou amas dans le tissu conjonctif du poumon. Il semble, en effet, que les maladies professionnelles de cette origine soient plutôt des catarrhes bronchiques que des *pneumoconioses*. (Voy. *Hygiène industrielle*.)

Nous n'avons pas besoin de faire remarquer que toutes les poussières peuvent être *ingérées* aussi bien qu'*inspirées*, puisque l'air choque d'abord les lèvres, le palais, le pharynx, avant de s'engager dans les voies respiratoires et qu'elles sont aptes à pénétres par toute solution de continuité de la peau. Cette réflexion vaut également pour les microorganismes de l'air.

Les poussières, minérales ou autres, ont encore une action mécanique fâcheuse sur la peau, dont elles obturent les pores ou qu'elles irritent simplement. Cette action irritante est plus sensible là où le tégument fait place à une membrane plus délicate, comme sur la partie extérieure du globe oculaire.

Les grandes villes, où le macadam a remplacé le pavé dans beaucoup de rues, où les démolitions, les bâtisses nouvelles, le grattage des façades, font voler incessamment la poussière jusqu'aux yeux et aux poumons des passants, doivent à cette pulvérulence commune une part de leur insalubrité (Bertillon, 1869). Certaines essences d'arbres, particulièrement recherchées pour les avenues des cités, versent dans l'atmosphère des poussières d'origine végétale, très offensives ; Durwel (1873) et Kestner (1879) ont dénoncé, sous ce rapport, en Alsace, la poussière des *platanes*. Les feuilles, les fruits et les jeunes pouses de ces arbres, particulièrement des espèces d'Occident, se recouvrent dès le printemps d'une poussière blanchâtre, d'abord très adhérente, qui se détache en août-septembre, par les vents secs. Les yeux, le larynx, les bronches, en sont directement atteints ; de la toux et même des crachements de sang en résultent parfois chez les gens qui ont séjourné sous ces arbres. Le Comité de salubrité du cercle de Mulhouse, après enquête, a dû donner le conseil de substituer aux platanes des promenades urbaines des arbres n'offrant pas cet inconvénient.

On trouvera plus loin la liste des professions à poussières, l'indication de la nature et des effets particuliers de celles-ci, les moyens de prophylaxie (Voy. IIe PARTIE : *Hygiène industrielle*). Les maladies qui s'y rattachent sont toutes des affections banales ou des intoxications, jamais des maladies infectieuses.

Les poussières *septiques* sont formées des molécules détachées du corps de l'homme, sain ou malade, et de celles qui s'élèvent des divers foyers de putréfaction, quand la surface en est suffisamment desséchée pour pouvoir se fendiller, s'effriter et abandonner des parcelles de matière sous l'influence des chocs ou des courants aériens. Il est difficile d'envisager isolément les poussières de cet ordre, parce qu'elles portent avec elles, d'ordinaire, les microorganismes de la putréfaction ou même quelques-uns de ceux qui ont passé par l'économie d'individus atteints de maladies infectieuses. Pourtant, rien que par elles-mêmes, elles sont des souillures de l'air à un degré plus élevé encore que les gaz et vapeurs de même caractère.

Les particules mortes, de provenance animale ou même humaine, ne sont pas difficiles à démontrer dans l'air atmosphérique. Eiselt (de Prague), Chalvet, Réveil, Devergie, ainsi que Parkes, Stanley, de Chaumont, etc., les ont trouvées dans les salles d'hôpital, associées ou non à des globules de pus. La condensation de la vapeur d'eau de l'air des habitations collectives sur des ballons refroidis, selon les procédés de J. Lemaire, permet aisément de recueillir de semblables débris, rapidement putréfiables.

Les remarques d'Angus Smith ont fixé un fait qu'il était facile de prévoir, à savoir, qu'à la faveur de l'humidité intérieure, que l'évaporation pulmonaire des individus assurerait au besoin, une semblable putréfaction s'empare en peu d'instants des particules organiques projetées dans l'air des habitations par les individus qui y séjournent. Venues ou non des poumons et de la peau d'hommes sains, ces matières communiquent à l'air une propriété absolument étrangère : l'*animalisation*. Fraîches, elles sont très anormales; putréfiées, il est vraisemblable qu'elles sont offensives.

Ces corps étrangers sont incessamment et abondamment produits dans les habitations étroites des familles pauvres, où une seule pièce sert, de jour et de nuit, à sept ou huit individus, dont le tégument est d'ailleurs habituellement malpropre; dans les dortoirs des lycées et pensionnats; dans les chambres de casernes, surtout dans les pays où le gouvernement n'a pas encore assuré aux soldats le bénéfice du bain régulier. L'atmosphère de pareils locaux est nauséabonde; ceux qui viennent y dormir la trouvent oppressive et n'y obtiennent qu'un sommeil agité ou pénible. Cet état de choses s'aggrave naturellement quand la négligence à l'égard des planchers et des parois des pièces habitées leur permet de s'imprégner de détritus organiques et d'en rendre la poussière à l'air intérieur. Le sol putride de quelques points des villes, des cours et rues que l'on ne protège pas contre le dépôt des immondices, fournit, en temps de sécheresse, des poussières de même nature, qui font échange avec celles des logements. La présence, dans ceux-ci, de latrines défectueuses, avec des abords déjà souillés de matières excrémentielles; le simple voisinage de latrines dans ces conditions, sont encore autant d'occasions de poussières septiques pour les habitations.

Il existe un moyen d'acquérir une idée de l'importance des matières organiques de l'air, lesquelles sont surtout constituées par les poussières septiques. Il consiste à doser séparément l'*ammoniaque albuminoïde* de l'air, c'est-à-dire celle qui est en combinaison avec ces matières. En procédant de cette façon (dosage par le permanganate de potasse, méthode de Wanklyn), F. de Chaumont dans l'air des salles de Saint-Mary's Hospital, et Ira Remsen, à Baltimore, ont constaté par mètre cube :

	Ammoniaque libre. milligr.	Ammoniaque albuminoïde. milligr.
De Chaumont	0,3519 à 0,6680	0,4710 à 0,6915
Ira Remsen	0,07 à 0,12	0,21 à 0,45

On croyait autrefois que l'*animalisation* et la *putridité* de l'air, dans lesquelles les poussières dont il est ici question jouent le principal rôle, peuvent par elles-mêmes propager les maladies infectieuses, si elles procèdent de malades atteints d'affections de cette nature, et même provoquer d'emblée certaines de celles-ci, comme le *typhus* et la *fièvre typhoïde*, par le simple fait qu'elles émanent de la peau d'hommes sains, de foyers de putridité banale. Cette doctrine a fait place, à peu près complètement, à l'étiologie parasitaire des maladies infectieuses. L'animalisation de l'air ne peut donc plus avoir qu'une influence indirecte sur le développement de ces formes morbides, soit que la putridité atmosphérique fournisse aux germes un milieu nourricier, ce qui est difficile, à cause de la mobilité de ce milieu ; soit, plutôt, qu'elle prépare le terrain humain et déprime la vitalité de la cellule animale :

Que les déchets organiques de l'économie, et jusqu'aux matières excrémentielles, y rentrent par une voie quelconque, par l'estomac ou par le poumon, ce sont des poisons réels, merveilleusement aptes à altérer les propriétés du sang, à compromettre les fonctions primordiales, celles du cerveau, des organes digestifs, des glandes de l'hémopoïèse. On voit les soldats, dans les casernes, devenir dyspeptiques et anémiques à la fin de l'été, lorsque la chaleur et l'insomnie ont aidé, directement ou indirectement, l'action des molécules putrescibles de l'atmosphère de leurs chambres. En tout temps, ils ont *moins de résistance* vis-à-vis des maladies spécifiques ou banales de n'importe quelle nature, partageant cet attribut inférieur avec la majorité de la population des villes, surtout de celle qui d'habitude alimente les hôpitaux.

D'ailleurs, il peut y avoir des accidents aigus de cette origine et W. Hammond avait quelques raisons de croire que les accidents mortels de la *Black Hole* de Calcutta n'étaient pas dus uniquement à l'acide carbonique. mais que les malheureux prisonniers s'étaient réciproquement empoisonnés par leurs produits de déchet. A la vérité, il envisageait particulièrement les produits de l'exhalation pulmonaire, qu'ils fussent solides ou gazéiformes, et l'expérience qu'il institua pour démontrer leur toxicité s'applique précisément au *poison pulmonaire* dont Brown-Séquard et d'Arsonval s'efforcent de démontrer l'existence (Hammond enferma une souris sous une cloche, en ayant soin d'absorber CO^2 et la vapeur d'eau au fur à mesure de leur production et de restituer à chaque instant l'oxygène consommé ;

l'animal ne mourut pas moins au bout d'une heure. — Mais les expériences plus récentes d'Hermans permettent de conserver des doutes à l'égard de la façon dont la précédente a été menée).

Les microorganismes de l'air. — Cette classe intéressante de poussières, dont on ne soupçonne l'importance que depuis les travaux d'Ehrenberg, Schulze, Schwann, Schrœder et von Dusch, et surtout de Pasteur, a été tout d'abord le champ d'exploration préféré des bactériologues modernes. On espérait y trouver les germes d'un grand nombre de maladies, comme les agents des diverses fermentations. L'événement n'a pas entièrement justifié les prévisions, et l'étiologie n'a pas reçu de ce côté les lumières positives qu'elle attendait. Néanmoins une foule de faits intéressants ont été établis et il importe de les connaître, même quand ils sont négatifs.

A. Richesse de l'air en microorganismes. — Les résultats acquis jusqu'aujourd'hui permettent déjà de faire certaines distinctions instructives.

1° *Air libre. Altitude moyenne.* — L'air libre, sur le continent, aux altitudes moyennes, renferme des chiffres variables de microorganismes, dont les suivants, donneront une idée :

Auteurs.	Localités.	Colonies par mètre cube.
P. Miquel..........	Parc de Montsouris (moyenne de cinq années)..	480
De Freudenreich..	Ville de Berne (rue Fédérale, 1884)............	580
P. Miquel.........	Paris (rue de Rivoli, moyenne de quatre années).	3480
—	Londres (Ryder-Street, juin 1884, par la pluie)..	240
W. Hesse.........	Berlin (janvier 1882)........................	200
—	— (février 1882)........................	258
—	Schwarzenberg (octobre 1880, par la pluie)......	2333
Frankland et Hart.	Kensington (moyenne)........................	4500

Les chiffres varient selon les années, les saisons, les mois, les jours et même les heures, suivant un certain nombre de lois. Le froid paraît être l'influence la plus antipathique aux bactéries aériennes. Les pluies en dépouillent momentanément l'atmosphère ; mais, après chaque pluie chaude de l'été, leur nombre s'élève progressivement pendant dix à quinze jours, pour s'abaisser de nouveau, si la sécheresse continue.

Moyennes des bactéries par saison (Montsouris).

Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
260	495	650	380 bactéries par mètre cube.

Les minima appartiennent généralement au mois de février et les maxima au milieu de l'été. Sur la journée, il y a un premier maximum vers 8 heures du matin et un second, très élevé, à 7 heures du soir ; les minima sont vers 2 heures après-midi et 2 heures du matin.

Les couches d'air les plus voisines du sol sont toujours les plus riches en organismes. Les bactériens de l'air des villes, dit Miquel, peuvent venir de la campagne, de l'intérieur des habitations et du sol des rues. Il en vient peu de la campagne ; mais beaucoup de la boue des rues, que certaines villes entretiennent par les ruisseaux des chaussées et les gargouilles

d'eaux ménagères. Les habitations en cèdent à la rue, par l'ouverture des fenêtres, les jours de grands époussetages.

L'air du parc de Montsouris représente assez bien, sous le rapport de la richesse en bactéries, l'air de la campagne. Là, ils sont peu nombreux, parce que les conditions de leur diffusibilité sont difficiles. Quand la pluie les a fait tomber sur le sol, ils y restent, par le fait de l'humidité d'abord, puis parce que la surface du sol s'encroûte et ne fait pas de poussière ; et aussi parce que les brins d'herbes, les plantes cultivées, les arbres, s'opposent à ce qu'ils se relèvent dans l'atmosphère. Enfin, les schizomycètes étrangers sont mal venus, à la campagne, parmi les organismes normaux des terrains.

2° *Air des espaces limités.* — Nous empruntons à P. Miquel et à W. Hesse, les chiffres suivants, qui montrent combien la richesse en bactéries de l'air des habitations l'emporte sur celle de l'air libre :

Auteurs.	Espaces clos.	Microbes par m. c.
P. Miquel.........	Appartements de la rue Monge..................	36.000
—	— de la rue Censier (neufs)..........	4.560
—	Laboratoire de Montsouris......................	7.420
—	Nouvel Hôtel-Dieu de Paris......................	40.000
—	Hôpital de la Pitié.............................	79.000
—	Égouts de Paris (1880)...........................	6.000
W. Hesse.........	Chambre habitée (Berlin, 1882)...................	6.461
—	— (Schwarzenberg)................	2.600
—	Salle d'école (Berlin) avant la classe............	2.000
—	— pendant la classe..................	16.500
—	— au moment de la sortie des élèves..	35.000
—	Écuries de l'office sanitaire (Berlin)..............	36.000 à 260.000
—	Atelier de triage de chiffons.....................	innombrables.

Le nombre des microorganismes s'élève donc avec la condensation des habitants, la vétusté et la malpropreté des immeubles. L'air des égouts en renferme relativement peu.

Il est intéressant de faire remarquer que les sédiments atmosphériques qui se déposent sur nos meubles, sur les saillies et dans les encoignures des parois de nos appartements, sont les réelles réserves de microorganismes. Un gramme de poussière renferme, selon Miquel :

A l'observatoire de Montsouris....................	750.000	bactéries.
Dans une chambre (rue de Rennes)................	1.300.000	—
— (rue Monge)....................	2.100.000	—

3° *Air libre sur les hauteurs.* — Lucien Benoist, aide de Miquel à Montsouris, a, le premier, fait des observations bactériologiques sur l'air des hauteurs. Il opéra au sommet du Panthéon, en 1882, dans des conditions pénibles et méritoires, et obtint une moyenne de 200 microorganismes par mètre cube d'air.

De 1883 à 1884, Ed. de Freudenreich (de Berne) observa sur divers points des montagnes de son pays, entre 2,000 et 4,000 mètres d'altitude (Eiger, Strahlegg, glacier d'Aletsch, Schilthorn, Niesen) ; les germes de l'air étaient recueillis par filtration sur des bourres de coton de verre, que l'on soumettait ensuite aux procédés de Miquel. Les résultats furent légèrement variés, mais prouvant toujours l'*excessive pauvreté en germes* de l'air des

altitudes. De telle sorte que Miquel, en inscrivant une bactérie par mètre cube pour l'air des montagnes, n'est vraisemblablement pas au-dessous de la moyenne.

4° *Air marin.* — La bactériologie de l'air marin a été faite par Miquel, au moyen de récoltes pratiquées sur des bourres de coton de verre par le commandant Moreau et le Dr Planty Mauzion, en divers voyages sur l'océan Atlantique et la Méditerranée, des navires *la Gironde*, *le Cambodge*, *le Saïd*, *l'Amazone*. Peu après, Fischer, de la marine allemande, obtenait les mêmes résultats dans un voyage aux Antilles.

L'air de la mer, *au large* et par les vents du large, ne renferme autant dire pas de microorganismes, puisqu'il en a fallu 10 mètres cubes pour fournir quatre à six germes cultivables. Quand les navires se rapprochent des côtes (à une distance inférieure à 100 kilom.), on peut en trouver de 6 à 45 par mètre cube, selon que le vent vient de la terre ou non. Le vent de la mer épure, au contraire, l'air des côtes. « La mer est le tombeau des moisissures et des Schizophytes aériens, » dit Miquel. En sa qualité de masse liquide, elle les retient pour toujours et c'est seulement quand elle est grosse et houleuse, qu'elle peut céder à l'atmosphère, par pulvérisation d'eau, quelques-uns des microorganismes qu'elle a engloutis. Les salons des paquebots, au départ des ports, renferment une atmosphère beaucoup plus riche en bactéries que l'air marin, mais qui va en s'épurant à mesure que le bâtiment s'éloigne, jusqu'à un point où s'établit l'équilibre entre l'épuration par la ventilation marine et l'infection par la vie à bord. Dans tous les cas, cette atmosphère est cent fois moins riche en bactéries que celle des habitations parisiennes (Miquel).

Il est, d'ailleurs, facile d'expliquer cette absorption des microorganismes par les océans. Ceux qui sont poussés par les vents au-dessus de cette vaste surface, non seulement y tombent par leur propre poids, mais surtout sont amenés au contact de l'eau par les courants partiels multiples, que les oscillations thermiques déterminent dans l'atmosphère marine. Une fois dans l'eau, ils n'en sortent plus.

B. Nature des microorganismes de l'air. — Les microorganismes de l'air ne s'y trouvant qu'à la faveur de la dessiccation des surfaces et de leur aptitude à donner de la poussière, on peut s'attendre à trouver parmi eux, avec une notable prédominance, les organismes qui ont l'habitude de vivre dans les couches superficielles du sol. Viennent ensuite ceux qui se détachent des matières putrides ou excrémentitielles, abandonnées à l'air et desséchées; dans ce nombre peuvent se trouver des microbes pathogènes, soulevés dans l'air par les courants inévitables, à la faveur de l'état pulvérulent qu'ont pris des produits pathologiques.

Les espèces les plus tenaces ont seules le privilège de se maintenir vivantes dans ce milieu mobile et d'une faible humidité. Les microbes pathogènes ne sont généralement pas dans ce cas, et ceux d'entre eux qui n'ont pas de *forme permanente* (le bacille du choléra, probablement) ne peuvent être que très rares et pour peu de temps dans l'air.

Les spores de Mucédinées peuplent l'atmosphère (Maddox); ainsi, celles

d'*Aspergillus*, *Penicillium*, *Coremium*, *Botrytis*, *Peronospora*, etc.; de *Leptotrichum*, *Trichothecium*, *Septonema*, *Cladotrichum*, *Alternaria*, *Septosporium*, *Ceratocladium*, *Selenosporium*, et, selon Miquel à Paris, d'*Hyterographium*, *Myriangium*, *Pestalozzia*, *Sporocadus*, *Fusidium*, *Brachycladium*, *Fusoma*, *Helicotrichum*, *Sphæria*, etc.; plus rarement, d'*Uredo*, *Dactylium*, *Arthrobotrys*.

Parmi les Schizomycètes proprement dits, en nous reportant aux constatations de Miquel, les *micrococques* sont les organismes les plus répandus dans l'air; puis, les *bacilles* et les *bactéries*, en nombre à peu près égal. L'auteur cite en particulier : *micrococcus ellipsoideus*, des microcoques, jaunes, blancs, quadrigéminés; des bacilles rappelant *Bacillus subtilis*, *B. butyricus*; *Bacterium termo*; des ferments divers (*micrococcus ureæ*, etc.).

Les organismes provenant de cultures des germes de l'air ont presque toujours été essayés, au point de vue de leur virulence possible, au moyen des injections et des inoculations à des rongeurs. Jamais on n'a rien obtenu, même avec des germes recueillis dans le faux-pont de la *Gironde*. Il y a une exception en ce qui regarde l'air des hôpitaux, dont certaines cultures, inoculées à des cobayes, ont produit l'infection purulente.

Fodor, à l'aide d'une méthode assez simple, a recueilli de l'air plus de bactériums que de microcoques et surtout que de bacilles. Il signale spécialement un *Micrococcus atoma*, *Bacterium termo* et *lineola*, divers microcoques chromogènes et un organisme qui développe dans la liqueur nourricière une odeur fétide, dont l'injection à un lapin détermina une infection septique. Il est disposé à l'appeler *Bacterium agile*, ou, dans le cas où il s'agirait d'un infusoire, *Micromonas agilis*.

Au témoignage de Renk, Hartmann et Emmerich auraient pu démontrer les microcoques de l'érysipèle dans l'air d'une salle d'autopsie, de même que le dernier a reconnu les microcoques de la pneumonie (de Friedlænder), dans la poussière des entrevous de la prison d'Amberg, et Utpadel, un bacille pathogène, de propriétés analogues à celles du vibrion septique, dans les entrevous des salles de l'hôpital militaire d'Ausgbourg. Enfin, Cornet a tuberculisé, 1 fois sur 5, des animaux par l'inoculation des poussières aériennes de salles de phthisiques.

C. Applications étiologiques. — Ces données sur la bactériologie de l'air peuvent être rapportées à l'étiologie générale ou à celle des maladies infectieuses.

° *Au point de vue général*, les chiffres élevés de microorganismes prouvent toujours, comme on l'a vu, ou bien le confinement des atmosphères, ou bien l'existence antérieure de foyers de décomposition, en d'autres termes, la malpropreté de l'air. Ils trahissent le voisinage de conditions locales particulièrement favorables à la pullulation de ces êtres inférieurs, puisque les vents tendent toujours à les disséminer et à égaliser les proportions dans lesquelles ils se rencontrent dans l'air.

A la rigueur, sur une série d'années, ou même en comparant les saisons entre elles, on pourrait admettre que les courbes bactériologiques et celles de la mortalité, sur un point déterminé, présentassent un paral-

lélisme qui ne fût point un pur accident. Il ne serait même pas absolument illogique de croire que certaines maladies infectieuses, d'ailleurs endémiques dans une localité, telles que la fièvre typhoïde, les fièvres éruptives, la coqueluche, la diphtérie, l'érysipèle, les infections puerpérales, etc.; sont d'autant plus généralisées et meurtrières que l'air de cette localité est plus riche en microorganismes, c'est-à-dire en somme plus influencé par un sol impur et par des foyers putrides. Mais il semble difficile d'aller au delà et de supposer que les microorganismes pathogènes, que l'on ne reconnaît presque jamais dans l'air, augmentent de nombre dans ce milieu en même temps que les bactéries banales. Les coïncidences notées, par les bactériologues de Montsouris doivent apparemment rester dans ces limites. Le total des décès par les maladies précitées, à Paris, est tombé de 14,080 en 1880 à 11,540 en 1884, alors que la moyenne annuelle des bactéries de l'air (rue de Rivoli) passait de 6,295 (1881) à 3,400 (1884). Si l'on considère, dit Miquel, « les grands travaux d'assainissement de la ville de Paris, les lavages multipliés des ruisseaux des rues, l'arrosage du sol des voies publiques, dès qu'il tend à devenir pulvérulent, etc., on ne peut se défendre de voir là le résultat magnifique et démonstratif obtenu par tant de sacrifices. »

2° *En ce qui concerne la propagation des maladies infectieuses*, diverses conditions ont diminué dans les esprits l'importance du rôle que l'on attribuait à l'air, dans les premiers temps de la science des germes.

D'abord, les résultats si modestes de la bactérioscopie aérienne, dans le champ des organismes pathogènes; mais ce mode d'investigation n'est qu'à ses débuts et il donnera plus de lumières en se perfectionnant. Puis la reconnaissance de ce fait, que les microorganismes ne se détachent pas des surfaces humides (ce qui est communément l'état des produits pathologiques) et que la respiration des malades ne répand point dans l'air, comme on le croyait, les germes de l'affection dont ils sont atteints, puisque la muqueuse respiratoire retient même les microorganismes extérieurs (Tyndall, Gunning, Charrin et Karth, Straus et Dubreuilh). On s'apercevait d'ailleurs, tous les jours et de plus en plus, que beaucoup de maladies contagieuses se transmettent par les contacts directs ou par l'intermédiaire des linges, objets de pansements, instruments, médecins, élèves, infirmiers. Les mouches elles-mêmes transportent et inoculent les Schizomycètes (Marpmann, 1884), y compris les bacilles de la tuberculose (Spillmann et Haushalter). La rougeole est contagieuse dès le début, alors qu'il n'y a que les sécrétions de la conjonctivite et du coryza, tout autant qu'au moment du furfur épidermique, si aisément transporté par l'air.

Il est évident aussi que l'air a beau être capable de véhiculer au loin les fragments filamenteux auxquels adhèrent des germes, les débris de zooglées et de colonies, les microorganismes de même espèce issus d'un foyer sont bientôt immensément diffusés; « ils ne voyagent plus par légions » (Miquel), mais vont en divergeant et s'isolent, si bien que les humains ne sont atteints en aucune façon ou ne reçoivent qu'un trop faible nombre d'agents virulents.

Cependant cette diffusion, dans les abris clos, est très limitée. En fait, les agents des *infections traumatiques* sont charriés par l'air, autrement les travaux de Lister et de Koch n'auraient pas de raison d'être. Le *choléra* semble bien être quelquefois propagé par l'air, et c'est un des modes les moins douteux de la transmission de la *fièvre typhoïde*. Pettenkofer, Œrtel, Hirsch, admettent ce même mode pour un grand nombre de maladies infectieuses. Bertillon (1880) signalait la prédominance de la *variole* dans le quartier de la Sorbonne, situé sous le vent de l'Hôtel-Dieu annexe, alors que des varioleux y étaient soignés, et dans le quartier des Quinze-Vingts, autour de l'hôpital Sainte-Eugénie. Les habitants du quartier de Londres dans lequel s'élève *Hampstead Small-Pox Hospital* ont réclamé judiciairement contre cet hôpital, qui selon eux entretenait la variole autour de lui, et le tribunal du *Banc de la Reine* leur a donné raison. Dans la banlieue de Paris, on proteste de même contre les hôpitaux d'isolement que la ville y installe (Aubervilliers, 1887).

Les navires ne sont pas en sûreté dans le port d'une ville qui a la fièvre jaune (Lacroix). En ce qui regarde le poison malarial, par les temps calmes, une très faible distance du foyer est une garantie; 200 à 300 mètres en moyenne suffisent à mettre l'homme hors de la portée des effluves. Ainsi l'équipage des navires ancrés près d'une côte palustre reste indemne (Lind). Toutefois, pour des raisons qui n'ont pas été précisées, mais qui paraissent relever de la densité du miasme dans l'air, il arrive que dans les pays chauds, en Chine, et dans les Indes occidentales, la distance de 1,000 mètres ou même d'un mille anglais ne met pas complètement à l'abri. Les marais salés auraient, à cet égard, une puissance de diffusion particulièrement élevée.

Mais lorsqu'il y a des déplacements de la masse d'air qui a plané au-dessus du sol malarial, la diffusion des miasmes peut se faire sentir au loin. Au Gabon, même sans vent très appréciable, les effluves palustres se font encore sentir à 2,800 mètres (Forné). Les Dombes envoient la fièvre à Lyon; elle vient aisément du Brouage à Rochefort, quoique la distance soit de 7 à 8 kilomètres (A. Lefèvre).

Par les vents forts, il peut théoriquement y avoir des transports au loin; mais, en fait, au point de vue de la salubrité des lieux qui environnent un foyer, c'est plutôt le contraire qui s'observe. Les vents médiocres déplacent l'atmosphère tout d'une pièce; les vents forts, au contraire, éparpillent les masses atmosphériques et diluent le poison malarial à un degré tel qu'il devient inoffensif (Pauly).

Il peut bien y avoir eu quelque exagération et quelques méprises de la part du public, en ce qui concerne les hôpitaux de varioleux. De plus, toutes les maladies ne se ressemblent pas, au point de vue de la résistance des agents de la contagion. Cependant, il y a là, au moins, une question à maintenir à l'étude.

La véhiculation des microbes pathogènes par l'air ne préjuge rien, d'ailleurs, de leur mode de pénétration dans l'économie humaine. Ils peuvent toujours y arriver par les voies digestives, par une solution de continuité à la peau, aussi bien qu'en suivant les voies respiratoires (voy. p. 324). Les écoles modernes (Paris, Berlin) tiennent pour l'introduction digestive, tandis que Pettenkofer (Munich) continue à croire que celle-ci est difficile, dangereuse pour les microorganismes, et qu'au contraire l'absorption res-

piratoire réunit toutes les chances favorables aux molécules virulentes. Nægeli fait remarquer qu'il n'y a pas un point, dans le corps humain, où la résistance d'une paroi soit aussi facile à vaincre, pour les champignons infectieux, que celle de la membrane des capillaires sanguins dans les cloisons alvéolaires du poumon. Tappeiner, Cadéac et Mallet, ont déterminé la tuberculose chez des animaux soumis à l'inhalation de poussières de crachats tuberculeux desséchés. Buchner a, de même, communiqué le sang de rate à des souris par des poussières renfermant des spores charbonneuses. Après tout, les poussières minérales pénètrent jusque dans les alvéoles et même dans le tissu pulmonaire ; on ne voit pas ce qui empêcherait les poussières pathogènes d'en faire autant.

D. RECHERCHE DES MICROORGANISMES DE L'AIR. — On recueillit d'abord les

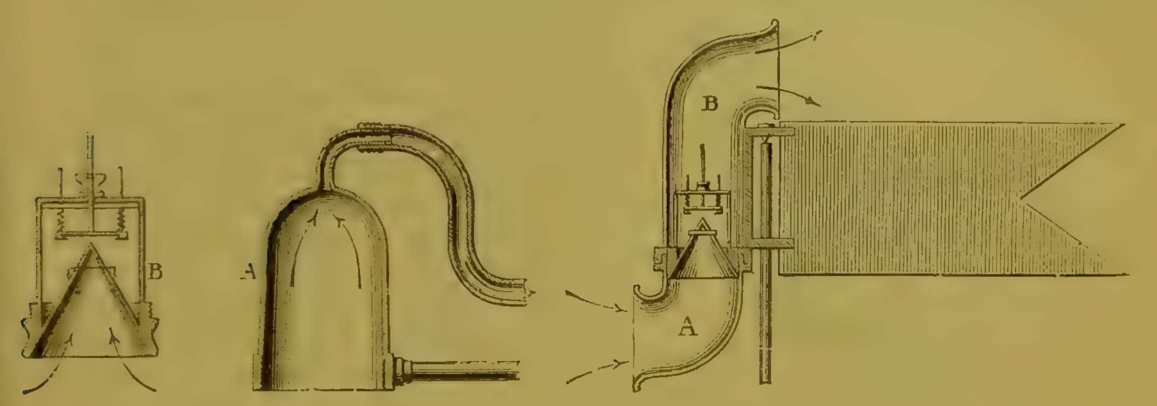


Fig. 51. — *Aéroscope à aspiration* (*). Fig. 52. — *Aéroscope à girouette* (**).

poussières de l'air au moyen d'appareils dits *aéroscopes*, dont A. Pouchet (de Rouen) eut le premier l'idée et que les observateurs de Montsouris ont perfectionnés depuis, comme on le voit dans les figures 51 et 52.

Il s'agissait, en somme, d'examiner au microscope les molécules extrêmement variées qu'une quantité d'air, mesurée ou non, abandonnait à son passage sur une lamelle enduite d'une substance visqueuse. — En 1884, Miquel employait un mélange obtenu en broyant dans un mortier de porcelaine un blanc d'œuf, un peu d'eau, très peu de glucose et un excès de biiodure de mercure, celui-ci pour rendre imputrescible le liquide visqueux. — Parmi ces molécules se trouvaient quelques microorganismes ou germes.

Il n'est point malaisé de soupçonner que ces organismes ou germes sont peu reconnaissables et peuvent même échapper entièrement à l'exa-

(*) *Aéroscope à aspiration.* — A. Partie solidement fixée à 2 mètres au-dessus du sol. — B. Partie qui se visse à la précédente. — La première, en forme de cloche, est munie d'un tube d'aspiration communiquant avec une trompe; la seconde, conique, est percée à sa partie supérieure d'une ouverture très fine par laquelle l'air est projeté au centre d'une mince lamelle enduite de glycérine et glucose. Cette lamelle s'éloigne ou se rapproche à l'aide d'une vis de réglage. L'air aspiré par la trompe, après avoir traversé l'appareil, est reçu dans un compteur à expériences qui mesure exactement son volume.

(**) *Aéroscope à girouette.* — Portatif, mais ne peut servir qu'à l'analyse qualitative des germes de l'air. — Il se démonte en une partie B, qui, liée à une girouette, a son extrémité supérieure évasée constamment opposée au vent, et une partie A, munie d'un étrier porte-lamelle, qui s'ouvre au contraire toujours au vent. De faibles courants suffisent au jeu de l'appareil. Avec l'aide d'un anémomètre, on peut approximativement déduire, de la vitesse du vent, la quantité d'air qui aura traversé l'aéroscope pendant la durée de l'expérience.

men dans de telles conditions. C'est au point que les hétérogénistes, en ce temps-là, pouvaient assurer que l'on ne retrouve pas, dans les poussières de l'air, les germes ou organismes auxquels les panspersmistes attribuaient la fermentation des infusions. L'aéroscopie simple est aujourd'hui à peu près abandonnée et remplacée par les *ensemencements* des germes de l'air sur terrain nourricier, liquide ou solide.

1° *Procédé de Miquel.* — Il consiste à introduire dans une série de tubes à boule stérilisés (fig. 53) une quantité déterminée d'air, telle que le trouble du bouillon contenu dans les tubes ait lieu cinq fois sur dix. Chaque tube fécondé est compté pour un germe. Il ne s'agit plus que de faire le total des germes obtenus, celui des litres d'air employés et de ramener les résultats à l'unité.

Le bouillon actuellement en usage à Montsouris (1885) est le bouillon de bœuf salé à 1 p. 100, beaucoup plus sensible que le bouillon Liebig. Les tubes à boule sont préparés et stérilisés selon les procédés Pasteur. L'air y est introduit par aspiration, par la pointe *a*, traverse le liquide bulle à bulle, se filtre sur la bourre d'amiante en *c* et y dépose les poussières qui peuvent avoir échappé à l'action coercitive de la liqueur. L'aspiration terminée, le tampon d'amiante est projeté brusquement dans le liquide; le tube est refermé et porté à l'étuve à 30 ou 35°.

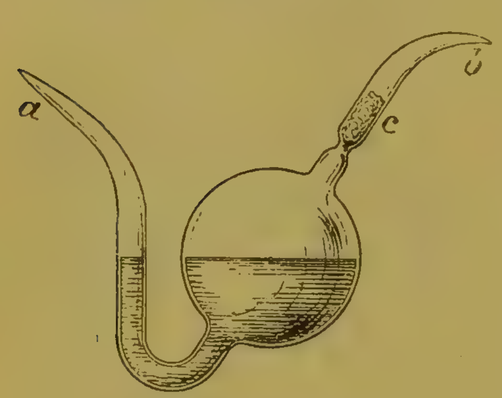


Fig. 53. — *Tube à boule.*

Habituellement, c'est du deuxième au huitième jour que se manifeste l'altération du bouillon; mais certaines espèces ne se réveillent qu'au bout de quinze jours ou même de plusieurs mois.

Cette méthode, ainsi qu'il a été dit au sujet de la bactériologie de l'eau (page 231), ne donne que le *minimum* des germes contenus dans l'air, puisqu'on ne peut savoir, quand un ballon se trouble, si ce résultat n'est pas produit par deux ou trois germes au lieu d'un. En outre, le bouillon unique peut bien ne pas convenir à toutes les espèces de microphytes; l'expérience de Miquel lui-même a prouvé que, quand il employait le bouillon Liebig, les résultats étaient fort au-dessous de la vérité; peut être arrivera-t-on quelque jour à obtenir un bouillon supérieur à celui d'aujourd'hui. Il paraît enfin, au dire de Rud. Emmerich, que l'air qui a traversé les tubes à boule de Miquel est encore quelquefois capable de féconder un second bouillon. Aussi le savant de Munich a-t-il inventé une modification du tube à boule, qui oblige les bulles d'air à un contact plus prolongé avec le liquide nourricier. H. Fol et Dunant ont également perfectionné l'appareil et son mode d'emploi.

A notre avis, la supériorité de ce procédé, un peu long et délicat, consiste dans la possibilité qu'il procure d'attendre aussi longtemps qu'on le veut la germination de certains microorganismes tardifs qui, dans les cultures sur plaques, seraient noyés dans la liquéfaction de la gélatine opérée par les premières colonies.

D'ailleurs Miquel et Benoist ont fait un pas vers les cultures sur terrain solide en préparant, pour observer les *variations horaires* des bactéries aériennes, un *papier nutritif* qui s'applique sur un cylindre tournant et constitue un ingénieux appareil enregistreur. Ce papier s'obtient de la façon suivante : sur une planche de

buis bien rabotée, on étend une feuille de papier humide (non collé et teinté de bleu cobalt, à moins que l'on n'incorpore la couleur à la gelée même), dont les bords sont relevés et maintenus verticaux; on jette la gelée de lichen nutritive chaude sur la feuille; elle s'y étend régulièrement et en quelques minutes elle est assez solide pour être portée à l'étuve à 35-40°, sur un filet à mailles étroites tendu horizontalement. A l'état frais, la couche de gelée doit posséder 2 à 3 millimètres d'épaisseur; desséchée, elle n'atteint pas un tiers de millimètre. Pour l'employer, on la gonfle sous un jet de vapeur et on la maintient humide en plaçant un cristallisoir contenant de l'éponge imbibée d'une solution de bichlorure, sous la cloche qui recouvre le cylindre enregistreur. Les résultats de ce mode d'observation sont très élégants. Miquel l'a adapté à la numération des bactéries de l'*eau de pluie*.

2° *Procédé de Hesse.* — C'est l'application, à la numération des microorganismes de l'air, du procédé de R. Koch, par la gélatine nourricière étendue sur plaques.

Un tube de verre (fig. 54) de 0m,70 de longueur sur 0m,035 de diamètre, stérilisé, reçoit de la gélatine nourricière encore chaude et liquide, que l'on étale en couche mince sur la paroi interne, par un mouvement de rotation sur son axe du tube tenu horizontalement sous un filet d'eau froide. L'une des extrémités de ce tube est munie d'une coiffe de caoutchouc, percée à son centre d'un trou d'un centimètre de diamètre. Par dessus cette coiffe perforée, on en met une seconde, pleine, qui s'enlève au moment de faire fonctionner l'appareil. L'autre extrémité est fermée par un bouchon de caoutchouc, que traverse un tube de 10 centimètres de long et de 1 centimètre de diamètre, portant dans son intérieur deux tampons de ouate, un peu espacés. C'est ce tube que l'on met en rapport avec l'*aspirateur*, au moyen d'un tuyau de caoutchouc. Cet aspirateur n'est autre que le flacon accroché vers le haut du support, que l'on remplit d'eau et qui se vide par un siphon de caoutchouc dans le flacon inférieur. Lorsque l'on a fait passer un premier litre d'air par le tube, et que l'on veut en aspirer un second litre, il suffit d'interrompre la communication du flacon supérieur avec le tube en enlevant le tuyau qui lui amenait l'air, et de substituer les deux flacons l'un à l'autre. On fait de même pour un troisième litre; ainsi de suite. Un robinet-pince sur le tuyau qui fait siphon permet de régler la vitesse d'écoulement.



Fig. 54. — *Appareil de W. Hesse pour la numération des microorganismes de l'air.*

Les germes laissés par l'air sur la gélatine du grand tube y forment des colonies généralement visibles à l'œil nu dès le troisième jour. Il est rare qu'il y ait des colonies sur plus de la moitié de la longueur du tube et, chose remarquable, elles occupent toutes la moitié inférieure du cylindre.

On compte les colonies selon la méthode ordinaire et l'on rapporte ce nombre au volume d'air qui a passé par l'appareil.

Hüppe et von Sehlen font encore passer l'air à travers la gélatine pendant qu'elle est fluide; on la laisse se solidifier; les colonies se développent et on les compte au moment favorable.

3° *Méthode de Pétri.* — Le principe de ce que l'auteur appelle la « nouvelle méthode » consiste en ceci, que les germes de l'air sont retenus sur des *filtres à sable* pour être ensuite cultivés sur la gélatine. On songe involontairement aux *bourres de coton de verre*, de Miquel et Freudenreich, dont Pétri critique néanmoins sévèrement les procédés. D'ailleurs, lui-même a essayé d'abord les filtres de coton de bois, de verre, d'asbeste, avant d'adopter définitivement le sable, en grains de 0,25 à 0,5 de millimètre, stérilisé par calcination.

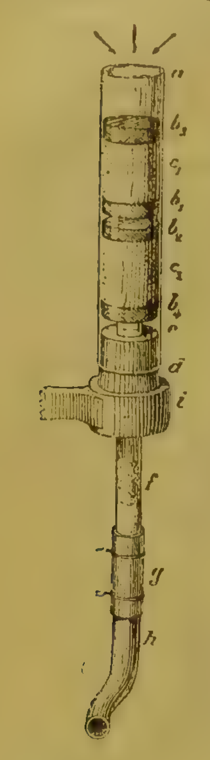


Fig. 55. — *Filtre à sable pour les germes de l'air,* de Petri (*).

L'appareil à filtrer l'air est renfermé dans un tube de verre de 9 centimètres de long et de 15 à 18 millimètres de diamètre, dans lequel on place deux filtres de sable tassé, de 3 centimètres de hauteur chacun. Ces deux filtres sont séparés d'une part, et maintenus de l'autre, par des godets en toile métallique, introduits à frottement. Le premier filtre est le seul réellement efficace ; le second n'est que de sûreté et de contrôle. A la partie inférieure du tube-filtre, un bouchon de caoutchouc est traversé par un tube d'aspiration en verre, muni lui-même d'un tampon d'ouate vers le milieu de sa longueur, et réuni par un joint hermétique à un tuyau de plomb. L'aspiration doit être assez énergique et exécutée au moyen d'une pompe. Mais il importe de mesurer exactement la quantité d'air aspirée, soit à l'aide d'un compteur à gaz, soit autrement.

L'orifice supérieur de l'appareil est obturé par un bouchon d'ouate qu'on enlève au moment d'opérer la filtration de l'air.

Pour l'ensemencement du sable chargé des poussières atmosphériques, on se sert de la gélatine nourricière ordinaire ou d'agar-agar. L'appareil est enlevé de son support. On verse avec précaution le sable du filtre supérieur par portions, dans de petits plateaux de verre, ou grands verres de montre, doubles, de 9 centimètres de diamètre et de 15 millimètres de profondeur, dont on ne fait que soulever le couvercle pendant l'opération pour éviter que la poussière du sable s'envole au dehors. Il faut de trois à dix-huit de ces plateaux, selon que l'on soupçonne que l'air est plus ou moins riche en germes, afin de pouvoir ultérieurement compter les colonies qui se développeront. Le même partage, en deux plateaux seulement, est fait du sable du deuxième filtre, qui ne contient presque pas de germes. Puis l'on a des tubes de gélatine maintenue liquide à 25 à 30 degrés; on les vide successivement, toujours en soulevant le couvercle des plateaux, sur les fractions que l'on a faites du sable des filtres ; on imprime à ces plateaux quelques vives secousses horizontales afin de dégager les germes qui adhèrent entre eux ou aux grains de sable, lesquels restent par leur pesanteur au fond du verre de montre. Enfin, on les met de côté, quand la gélatine se solidifie, pour les porter ensuite dans la chambre humide. Une couche mince de gélatine est aussi répandue sur les parois internes du tube-filtre, sur les godets intermédiaires et même sur le bouchon d'ouate.

Les colonies se développent, à la température de 15°, et sont visibles dès le

(*) *a*, tube-filtre. — b_1 à b_4, godets en toile métallique. — c_1 c_2, filtres à sable. — *d*, bouchon de caoutchouc. — *e*, tube de verre. — *f*, tampon de sûreté. — *g*, joint. — *h*, tuyau de plomb. — *i*, anneau pour fixer l'appareil.

deuxième ou le troisième jour, à la surface de la gélatine d'abord (les moisissures surtout), puis dans son épaisseur, puis au contact des grains de sable. Petri a inventé un instrument spécial pour les compter. Au bout de huit à dix jours, il faut renoncer à compter, soit les moisissures, soit les bactéries; comme on sait cependant, il reste encore des colonies à apparaître.

Si l'on a soin d'exposer à l'air des lamelles ou des verres de montre préparés avec la gélatine, dans le même temps que l'on pratique l'aspiration avec l'appareil de Pétri, on a le moyen de rapprocher le nombre des colonies, qui se sont développées par sédiment spontané des poussières atmosphériques dans un temps donné, de celui qui est contenu dans un volume connu du même air.

Telle est la *méthode* de Pétri. Nous nous abstenons de l'apprécier, n'étant pas suffisamment compétent, et nous nous bornons à reconnaître l'ingéniosité de l'inventeur, en relevant aussi le fait si remarquable de la filtration des germes de l'air par le sol, que son appareil démontre. Cependant il n'est pas impossible d'y apercevoir quelques faiblesses, et nous ne serions pas étonné que les bactériologues qui ont été l'objet des critiques acerbes de l'expérimentateur de Berlin trouvassent le moyen de les lui retourner, à propos de certains détails de sa méthode et de quelques-uns de ses résultats. Pour notre part, nous sommes frappé que Pétri ait reconnu l'air des égouts de Berlin bactériologiquement pur, encore que les conditions n'y soient pas favorables à la présence des germes, et qu'en revanche un air lavé à l'eau de distribution de Berlin se soit montré plus riche en bactéries après qu'avant.

Bibliographie. — Ira Remsen : *Preliminarys Report on investigation concerning the best method for determining the amount of organic matter in the air* (National Board of Health Bulletin, II, p. 133, 1880). — Tyndall (J.) : *Essays on the floatting matter of the air in relations to putrefaction and infection.* London, 1881. — Hesse (W.) : *Quantitative Staubbestandheile in Arbeitsräumen* (Dingler's polytechnisches Journal, p. 52, 1881). — Miquel (P.) : *Les organismes vivants de l'atmosphère.* Paris, 1883. — Du même : *De la pureté en microbes de l'air des montagnes et de quelques districts de la Suisse* (Semaine médicale, 11 octobre 1883). — Emmerich (Rud.) : *Ueber die Bestimmung der entwicklungsfähigen Luftpilze* (Archiv f. Hygiene, I, p. 169, 1883). — Hesse (W.) : *Ueber quantitative Bestimmung der in der Luft enthaltenen Microorganismen* (Mittheilungen aus dem k. Gesundheitsamte, II, p. 182, 1884). — Freudenreich (Ed. de) : *Des microbes de l'air des montagnes* (Semaine médic., p. 361, septembre 1884). — Miquel (L.) : *Des organismes microscopiques de l'air de la mer* (Semaine médic., p. 90, mars 1884). — Du même : *Moisissures et bactéries atmosphériques* (Annuaire de Montsouris pour 1884, p. 458. Paris, 1885). — Du même : *Septième mémoire sur les organismes microscopiques de l'air et des eaux* (Ann. de Montsouris p. 1885, p. 467. Paris, 1886). — Du même : *Des variations horaires des bactéries* (Revue d'hyg., VIII, p. 393, 1886). — Fischer : *Bacteriologische Untersuchungen auf einer Reise nach Westindien* (Archiv f. Hyg., I, p. 421, 1886). — Frankland (Percy F.) : *New method for the quantitative estimation of the micro-organisms present in the atmosphere* (Philosoph. transactions of the royal Society of London, p. 113, 1887). — Petri (R. J.) : *Eine neue Methode Bacterien und Pilzsporen in der Luft nachzuweisen und zu zählen* (Zeitschrift f. Hygiene, III, p. 1, 1887). — Straus (J.) et Dubreuilh (W.) : *Sur l'absence de microbes dans l'air expiré* (Acad. des sciences, 5 décembre 1887).

Consulter. — Tissandier (Gaston) : *Les poussières atmosphériques* (Annal. de chimie et de physique, 5e série, III, 1875). — Reclam : *Der Staub* (Gesundheit, I, 1875). — Merkel (G.) : *Staubinhalationskrankheiten.* Leipzig, 1875. — Nægeli (C. von) : *Die niederen Pilze*, etc., München, 1877. — Pasteur, Joubert et Chamberland : *La théorie des germes*, etc. (Comptes rendus Acad. des sciences, 29 avril 1878). — Hiller (A.) : *Die Lehre von der Fäulniss.* Berlin, 1879. — Flügge (C.), Fodor (J.), Renk (Friedr.), *loc. cit.*

III. — Propriétés physiques de l'air. — Météorologie.

A ne considérer l'air que comme l'aliment de la respiration, sa constitution chimique n'est point le seul côté par lequel il intéresse cette fonction

primordiale. Les échanges gazeux pulmonaires et l'hématose s'accomplissent dans des conditions un peu différentes selon que l'air est plus ou moins *dense*, plus ou moins *chaud*, humide, électrique, etc. Mais, en outre, l'atmosphère est le *milieu* naturel et nécessaire de l'homme, dans le sens le plus rigoureux du mot milieu ; c'est-à-dire qu'elle est incessamment en contact avec les surfaces extérieures du corps humain et avec quelqu'une de ses surfaces internes, agissant mécaniquement et physiquement sur les membranes de revêtement, vivantes elles aussi, influençant d'une façon irrésistible la vitalité des tissus, et, tout d'abord, excitant d'une façon plus ou moins avantageuse à la santé les nerfs périphériques.

La *météorologie* a pour but de connaître les modalités physiques de l'air, dues aux variations de *pression*, de *température*, au régime des *pluies* et des phénomènes quelconques de *précipitation aqueuse*, au régime des *vents*, aux oscillations *électriques* et *lumineuses*. Ces modalités sont, de temps immémorial, l'objet d'observations que notre époque a su rendre rigoureuses, et toutes les générations médicales ont vécu dans l'idée qu'elles devaient avoir, avec la santé ou la maladie, des rapports importants. On en déduit les *climats*, c'est-à-dire un ensemble, ou un caractère dominant, des traits de la météorologie d'une zone, d'une région, d'une province, d'une localité même, qui distingue des autres la région spécifiée et qui, manifestement exprimé dans l'aspect de la faune et de la flore de cette zone territoriale, doit se retrouver encore dans la physionomie de la pathologie du pays.

1° **Température de l'air.** — La température est, à tous les points de vue, le premier des éléments de la météorologie ; indépendamment de son importance biologique, il est le régulateur de la plupart des autres.

Sources de la chaleur. — La source de la chaleur à la surface de la terre est essentiellement le soleil. Même celle que nous obtenons des combustibles vulgaires, charbon, bois, huiles, n'est autre chose que la mise en liberté de la chaleur solaire, emmagasinée antérieurement dans ces corps. La chaleur que développent les actions chimiques au sein de l'organisme relève primitivement de la même origine.

Le globe terrestre possède une provision de chaleur propre, qui s'affaiblit actuellement d'une façon presque insensible grâce à la conductibilité, d'ailleurs faible, des couches solides de l'écorce. Pour cette raison, la chaleur intérieure n'augmente pas celle de la surface de plus de 1/30 ou 1/40 de degré (Th. Langer).

Transmission de la chaleur par l'air. — La chaleur se transmet par *conduction*, par *convection*, par *radiation*.

Le premier mode consiste dans la transmission du calorique dans les corps d'une molécule à la voisine, tant qu'il n'y a pas arrêt de continuité; il appartient essentiellemet aux *solides*.

Le second mode se réalise dans les *liquides* et les *gaz;* une masse de cette nature s'échauffe par le transport à distance des molécules chauffées, qui sont remplacées par d'autres; ce sont donc des *courants* qui s'établis-

sent dans la masse. L'eau et l'air s'échauffent par ce mécanisme, qui, comme on le verra, joue un rôle énorme dans les phénomènes météorologiques. Le sol échauffé par les rayons du soleil communique de la chaleur aux couches atmosphériques à son contact; celles-ci se dilatent, s'élèvent, et sont remplacées par de l'air venu d'un lieu dont la température est moindre; ces mouvements atmosphériques s'appellent les *vents*. De la même façon, l'eau des mers surchauffée dans certaines régions, gagne la surface et tend à faire place à de l'eau froide, venue de latitudes de température moindre.

La *radiation* est le cheminement du calorique à travers l'espace, sans intermédiaire solide, liquide ni gazeux. Elle se fait aussi à travers certains corps (*diathermanes*) de l'un ou de l'autre de ces ordres, sans que ces corps s'échauffent au passage. L'atmosphère est dans ce cas et laisse passer les rayons du soleil jusqu'à la terre sans en absorber plus d'un cinquième (Althaus) ou un quart (Pouillet).

Contrairement à l'idée ancienne de Tyndall, l'air humide n'absorbe pas beaucoup plus de chaleur que l'air sec. Mais l'air des hauteurs en absorbe moins que la couche au niveau de la mer; 6 p. 100 au sommet du Mont-Blanc (Magnus, Violle).

La transmission de la chaleur rayonnante varie selon la source d'où elle provient; le verre transmet la chaleur du soleil et retient celle du feu. L'atmosphère transmet les rayons solaires à la terre; mais la vapeur d'eau atmosphérique reprend une certaine proportion de la chaleur rayonnée par le sol (Voy. THERMALITÉ DU SOL, p. 73).

Chaleur spécifique de l'air. — Les roches et les terres qui constituent l'écorce du globe ont une chaleur spécifique moindre que celle de l'eau; elles s'échauffent plus rapidement sous l'influence de l'insolation que les eaux de l'Océan. Jamais celles-ci n'arrivent à la température de la surface du continent et ne peuvent rendre à l'air autant de chaleur que la terre ferme; d'où la fraîcheur des vents de mer pendant l'été.

La chaleur spécifique de l'eau étant 1, celle des substances ci-dessous est exprimée par des fractions :

Sable tertiaire	0,464
Marne diluviale	0,349
Marne du lœss	0,321
Granite	0,437
Argile tertiaire	0,192
Vapeur d'eau	0,480
Air	0,268
Argile cuite	0,189 à 0,241
Acier fondu	0,1298

En raison de cette même capacité pour la chaleur, l'Océan est une réserve de calorique en hiver et ne se refroidit pas notablement sous l'influence des vents froids de la saison. Aussi, à cette époque, la brise de mer est-elle tiède relativement à celle de terre.

Si l'on envisage les deux aspects simultanément, l'Océan est l'agent d'égalisation de la température dans tout le globe. Jamais la différence

entre le jour et la nuit n'est considérable à la surface de la mer ; dans la zone torride, l'écart est de 1° à 2° ; dans les zones tempérées, de 2° à 3°. Il y a peu de climats, sauf les climats océaniques, où les variations thermiques diurnes soient aussi limitées. L'écart pour toute l'année, sur l'océan Atlantique, dans la zone équatoriale, ne dépasse pas 5°, 5 ; sous le 30e parallèle nord, 8°,3 ; sous le 40e, 11° ; sous le 50e, 13°,3 (Loomis).

La chaleur spécifique des gaz est en raison inverse de la pression. L'air, dans les lieux élevés (pression moindre), jouit davantage du pouvoir d'absorber la chaleur des corps à son contact ; la chute du thermomètre est d'environ 1° pour 180 mètres d'élévation, sous nos latitudes (Renou). De là le froid des hauts plateaux et des pics montagneux ; de là le froid qui saisit les aéronautes à une certaine hauteur au-dessus du sol. Il en résulte aussi que la vapeur d'eau, échauffée à la surface de la terre par les rayons du soleil et s'élevant par le fait de la diminution de son poids spécifique, est forcée de constituer des nuages (par condensation) dès qu'elle atteint les régions supérieures de l'air, où le calorique lui est enlevé. C'est pour cela que, dans les régions intertropicales, quand elles possèdent de grandes étendues d'eau, une bonne partie de la chaleur qu'elles reçoivent du soleil est employée à convertir de l'eau en vapeur ; ce calorique gagne avec la vapeur les hautes régions de l'air, d'où il est transporté ailleurs par les courants atmosphériques, de sorte qu'il ne revient pas à l'état de pluie au sol d'où il émane.

Moyennes et oscillations thermiques. Températures extrêmes. — L'observation directe, à l'aide de divers instruments dont il va être parlé, a donné la mesure exacte des limites dans lesquelles s'exercent ces diverses influences.

Pour ce qui est de la température, on a cherché à déterminer, en chaque localité : d'une part, les MOYENNES thermiques *annuelles*, *saisonnières*, *mensuelles*, *diurnes ;* d'autre part, les OSCILLATIONS également *annuelles*, *mensuelles*, *diurnes*. Les observations se pratiquent avec les *thermomètres* et les *thermographes* (enregistreurs).

Deux sortes de thermomètres sont en usage : le *thermomètre-fronde*, conseillé par Arago, auquel on imprime un mouvement de fronde assez précipité pour mettre l'instrument en contact avec une masse d'air rapidement renouvelée ; et le *thermomètre fixe*, que l'on abrite de diverses façons. A l'Observatoire de Greenwich, les instruments sont placés sous un toit horizontal, assez étendu, surmonté d'un second toit de forme ordinaire. A l'Observatoire météorologique de Kew (Angleterre), ils sont renfermés dans une grande cage dont les côtés sont formés par des lames de bois disposées en forme de persiennes : le fond de la cage est complètement ouvert. L'Instruction du *War Department*, aux États-Unis, conseille également l'installation des instruments dans une cage qui peut être ouverte du côté du nord, et à une hauteur telle que la boule du thermomètre soit à 1m,30 au-dessus du sol. Il faut éviter le voisinage des larges surfaces de réflexion, telles que les murailles. La décision ministérielle du 30 octobre 1863 accordait aux hôpitaux militaires français deux thermomètres, l'un à minima, l'autre à maxima, et un psychromètre d'August, disposés sur un cadre en laiton et renfermés dans une

boîte recouverte d'un treillage en laiton. Cette boîte se fixait, à $1^{m},30$, sur un support que terminait un petit toit, l'ouverture de la boîte regardant le nord. A Montsouris, les thermomètres *a* et *b* ont été placés par Charles Sainte-Claire-Deville sous un toit A à double ou triple paroi, de 1 mètre carré d'étendue environ, et légèrement incliné au-dessous de l'horizon du côté du sud. Deux plaques de tôle un peu écartées B et C, et des arbustes verts disposés à l'entour à l'exception du côté nord, servent à abriter les instruments et le sol lui-même des rayons du soleil (Voy. fig. 56). Dans les grandes chaleurs de l'été, il est nécessaire de jeter une toile sur la traverse en fer qui, placée au-dessus du toit, sert à relier les deux montants verticaux.

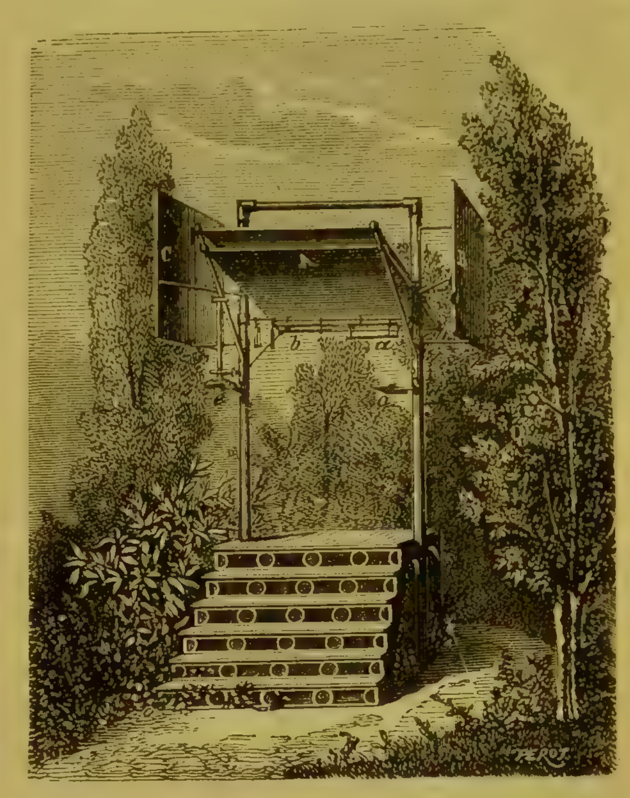


Fig. 56. — *Abri des thermomètres à Montsouris.*

Les *thermographes* sont des appareils enregistreurs, automatiques. Les constructeurs (Salleron, Bourdon) ont pourvu l'observatoire de Montsouris de mécanismes extrêmement ingénieux qui tracent eux-mêmes sur un cylindre la courbe des températures du sol, de l'air, l'état psychrométrique, actinométrique. Ces appareils nous ont paru devoir rester jusqu'à nouvel ordre trop spéciaux aux grands observatoires pour que nous les décrivions ici.

Le meilleur procédé pour obtenir la moyenne journalière est de noter la température de tout le nychthémère, heure par heure, et de diviser par 24 la somme de toutes les observations. Le plus souvent on se borne à trois observations par jour, à des heures un peu variables dont l'expérience indique le choix, par exemple 7 heures du matin, 2 heures et 9 heures du soir ; on divise la somme par 3. Quelquefois même, on se contente d'une seule observation, à heure fixe, déterminée empiriquement comme approchant très fort de la température moyenne du lieu ; dans nos pays, c'est à 9 heures du matin que se fait cette observation unique. Elle est avantageusement complétée par l'observation du maximum et du minimum, que les thermomètres construits pour ce but donnent, sans indication de l'heure à laquelle le point extrême a été atteint.

A l'aide des moyennes journalières, on obtient aisément les moyennes mensuelles et annuelles. L'écart entre la moyenne du mois le plus froid et celle du mois le plus chaud est l'*oscillation annuelle*. L'écart entre la moyenne du jour le plus froid et celle du jour le plus chaud de chaque mois constitue l'*oscillation mensuelle*. Enfin, l'*oscillation diurne* est représentée par l'écart qui existe entre le minimum et le maximum de chaque jour. On fait encore, pour un mois, la comparaison de la moyenne des minima avec la moyenne des maxima, et, pour une année, le rapprochement de la température du jour le plus chaud avec celle du jour le plus froid.

Les moyennes thermiques sont d'un grand intérêt, puisqu'elles permettent d'apprécier par comparaison la somme de calorique reçue en divers lieux par an, par mois, par jour. Cette quantité, dans de certaines conditions, marque précisément les limites dans lesquelles est circonscrite l'extension de divers fléaux épidémiques, mais, en général, lorsqu'il s'agit des effets immédiats des climats sur les individus, la connaissance des oscillations, de leurs limites et de leurs allures, prend la première place. Les moyennes ont justement pour résultat de masquer, dans la thermalité des lieux, les écarts, les surprises, les variations brusques ou profondes, qui ont une si grande influence sur l'homme en santé et plus encore sur les malades.

Circonstances qui influent sur les températures locales. — Trois circonstances principales déterminent le degré et le régime thermiques de chaque localité, savoir : la latitude, l'altitude, le voisinage des eaux ou l'humidité atmosphérique. Quelques autres ont une influence secondaire : le voisinage des forêts, la conformation de la surface du sol, sa constitution, les vents régnants, la luminosité du ciel, etc.

Latitude. — La forme ronde du globe, en raison de laquelle la plupart des rayons solaires le rencontrent obliquement, fait déjà comprendre que certains points sont plus favorisés que d'autres. L'inclinaison de l'axe de la terre sur son orbite tourne chaque pôle vers le soleil pendant un certain nombre de jours par an et fait que ce n'est pas toujours à l'équateur que le soleil est au zénith, à midi. Sans cela, les jours seraient partout égaux aux nuits; toute la chaleur serait à l'équateur, tout le froid aux régions polaires. Au contraire, il y a une *zone chaude*, deux *zones tempérées*, deux *zones froides*. Quand le soleil est au zénith à l'équateur, les jours et les nuits sont égaux par toute la terre (*équinoxes* au 21 mars et au 21 septembre; *solstices* au 21 juin et au 21 décembre).

Les lignes *isothermes*, d'ailleurs fictives (de Humboldt, 1817), ne se confondent donc pas avec les parallèles géographiques. Ce sont des lignes passant par les points qui auraient la même température moyenne annuelle, en les supposant à une altitude nulle.

L'*équateur thermique* est l'isotherme de 28 degrés ; il est presque entièrement au nord de l'équateur terrestre et ne passe au sud que dans l'espace qui sépare la pointe de la presqu'île de Malacca de l'extrémité nord de la Nouvelle-Guinée. Les isothermes plus faibles s'écartent encore davantage des parallèles, quelquefois de 12 à 13 degrés, ou plus de 300 lieues. Elles s'en écartent moins dans l'hémisphère sud que dans l'hémisphère nord, parce que les mers dominent dans le premier.

Il est constant que, dans l'hémisphère nord, les lignes isothermes s'inclinent en général vers le sud, à mesure qu'on avance à l'est, dans le continent. Toute la partie orientale de l'Allemagne, à partir du Weser, est beaucoup plus froide que la région occidentale : Clèves présente une température plus élevée de 4° que celle du terrain carbonifère de la Silésie (environ 52° latitude N. de part et d'autre). Naples et Pékin, sous la même latitude, ont pour moyenne, la première 16°,4, la seconde 12°,7; La Rochelle et Odessa, sur le même parallèle géographique, 11°,6 et 9°,1 ; New-

Archangelsk et Nani (Amérique), la première à l'ouest, l'autre à l'est, à la même latitude, 6°,9 et 3°,8. Les lignes isothermes de la France, comprises entre 9 et 15 degrés, sont disposées sur la carte comme les rayons d'un éventail, divergents et relevés du côté de l'ouest, s'abaissant et se rapprochant à l'est. L'isotherme de 10 degrés, qui passe près de Paris (48°,50′ lat. N.), vient d'Irlande (53° lat. N.) et aboutit en Crimée (42° lat. N.). A latitude égale, les côtes de la Californie et de l'Orégon jouissent d'un climat beaucoup plus doux que celui du Japon et de la Mandchourie.

Les causes qui adoucissent le climat des rivages occidentaux dans les deux continents du nord sont les courants atmosphériques et maritimes. Tandis que les vents polaires prédominent sur les côtes américaines du Labrador, du Canada, sur celles de la Sibérie dans l'ancien monde, les vents équatoriaux soufflent plus fréquemment sur les rivages opposés. En outre, des courants tièdes coulent dans l'Atlantique (Gulf-Stream) et le Pacifique boréal (Kuro-Siwo) au-dessous de ces vents de sud-ouest et les deux courants superposés dégagent constamment leurs effluves de chaleur sur les terres qu'ils baignent de leurs ondes. L'Europe est surtout favorisée sous ce rapport ; les Iles-Britanniques et les côtes occidentales de la France bénéficient remarquablement de l'attiédissement de l'atmosphère par les courants marins et aériens : c'est à eux que l'Irlande doit d'être « l'émeraude des mers » et notre Bretagne de conserver en pleine terre des arbustes des pays chauds, tels que le laurier-tin (*Viburnum tinus*) et de posséder, à Roscoff, le plus beau figuier du monde (El. Reclus).

La latitude influence aussi les oscillations annuelles et saisonnières. Sous l'équateur, les variations annuelles sont faibles ; la plus basse température est entre novembre et mars, ou entre juillet et septembre. Dans la zone équatoriale, il y a deux maxima et deux minima. C'est en s'éloignant des tropiques que l'écart annuel s'accentue et que la division de l'année en saisons devient possible et rationnelle. Dans l'hémisphère nord, le minimum de température se présente en janvier, décembre ou février; le maximum en juillet et août.

Altitude. — L'air s'échauffant surtout par le rayonnement et le contact du sol, les couches inférieures de l'atmosphère sont les plus chaudes et la température diminue naturellement à mesure qu'on s'élève. Selon Renou, dans nos climats, la température décroît de 1 degré pour 220 mètres d'élévation en hiver, pour 140 mètres en été, soit pour 180 mètres en moyenne. Les observations faites en ballon concordent avec celles des explorateurs de montagnes sur le fait général. Helmholtz et Mühry adoptent la moyenne de 200 mètres pour un abaissement d'un degré. Glaisher, à 10,000 pieds d'élévation en ballon, trouvait une diminution de 1 degré F., pour 417 à 455 pieds de hauteur (1° C. pour 228 à 249 mètres).

On a donc pu dire avec raison que gravir une haute montagne équivaut à passer par des latitudes de plus en plus septentrionales : Bravais et Ch. Martins ont retrouvé sur le sommet du Faulhorn des plantes identiques à celles qu'ils avaient récoltées au Spitzberg; la succession des grands végétaux sur le versant septentrional de la Grimsel (Suisse) rappelle exactement la succession de ces mêmes végétaux le long des côtes de la Scandinavie. Mais l'isolement ou l'entourage des

hauteurs modifient les données moyennes; sur le Ventoux, par exemple, cime avancée et isolée des Alpes, les *climats superposés* sont plus rapprochés que dans les chaînes continues. Studer évalue à 400 mètres la hauteur moyenne à laquelle passe l'isotherme de dix degrés dans les massifs alpins; l'isotherme de 5 degrés planerait à 1,300 mètres ; celle de zéro à 2,200 mètres. Aux hauteurs plus considérables, l'intervalle pour 1 degré de diminution de température grandit généralement. Dans les Alpes, la limite des neiges perpétuelles est à 2,708 mètres ; dans les Pyrénées, à 2,728 mètres. La température moyenne des plaines aux mêmes latitudes est respectivement 11°,2 et 15°,7 (Kæmtz). La limite des neiges perpétuelles est beaucoup plus élevée sous les tropiques (4,500 mètres au Mexique et sur l'Himalaya ; 4,800 mètres à Quito).

Voisinage des eaux. — Indépendamment de ce qui a été dit de l'effet des courants marins, chauds ou froids, les propriétés intrinsèques de l'eau (lente à s'échauffer et à se refroidir) assurent à l'atmosphère des pays situés au voisinage des mers une grande égalité de température. Cette circonstance très considérable est la raison de la distinction des climats en *climats marins*, remarquables par leur égalité, et en *climats continentaux*, variables et susceptibles d'extrêmes thermiques très accentués. Monach, l'une des Hébrides, a pour moyenne de janvier 6°,1 et pour moyenne de juillet 12°,8; écart 6°,7 ; tandis que Moscou a pour les mois correspondants — 10°,9 et + 19°,2 ; oscillation 30°,1. A Yakoutsk, la différence entre les extrêmes pour une série d'années est de plus de 72°. — A Reikiavick (Islande), l'écart entre les plus grands froids et les plus grandes chaleurs n'est mesuré que par la distance de + 8°,1 à — 16°, soit 14°,1, tandis que cet écart absolu est, à Moscou, de 63°.

Cette loi de l'influence des grandes collections d'eau n'est pas absolument applicable à notre littoral méditerranéen qui, en raison de circontances surajoutées et d'une action différente, possède un climat tout à fait à part, le *climat méditerranéen*. Le tableau ci-dessous permet de faire, à ce point de vue, des comparaisons d'un certain intérêt.

OSCILLATIONS ANNUELLES EN FRANCE.

Bande Atlantique.		*Bande Méditerranéenne.*		*Zone continentale.*	
Lille (Meurein)...........	14°,78	Perpignan (Mahlmann)....	20°,0	Paris (Observatoire)......	16°,5
Fécamp (Marchand)......	12 ,4	Montpellier (id.).......	20 ,1	Orléans (Sainjon)........	19 ,0
Dieppe (Observatoire).....	15 ,2	Marseille (id.).......	17 ,6	Nancy (Hôpital militaire).	16 ,2
Brest (de Kermarec)......	11 ,6	Toulon (Pagel)..........	15 ,6	Strasbourg (Mahlmann)..	19 ,2
Lorient (Bourdilhon).....	13 ,4	Nice (Mahlmann).........	15 ,3	Besançon (École normale).	19 ,4
La Rochelle (Mahlmann).	17 ,3	Avignon (id.).............	19 ,0	Mirecourt (Bronswick)....	19 ,2
Bordeaux (id.).....	17 ,9	Valence (Bresson).........	20 ,9	St-Jean-Maurienne (Mahl.).	20 ,7
St-Martin-de-Hinx (Carlier).	14 ,0			Briançon (Hôpit. militaire).	19 ,12

Le voisinage des grands lacs paraîtrait avoir le même effet d'égalisation de la température. Lincoln (de Boston) a remarqué que les voyageurs des forêts américaines, pendant la saison froide, recherchent le bord des lacs pour leur campement nocturne.

Pour ce qui est des eaux stagnantes, Fonssagrives estime que, dans les climats froids, elles augmentent le refroidissement par contact, et que, dans les climats chauds, les bienfaits du rafraîchissement par évaporation peuvent être compensés par la diminution de la sérénité du ciel et de la

radiation nocturne, que ces eaux occasionnent. La simple humidité du sol paraît agir dans un sens analogue ; au rapport de James Dean, les cantons d'Angleterre où le drainage s'est généralisé ont vu disparaître les épais brouillards du printemps et de l'automne et la température moyenne s'élever.

La nature du sol influe dans des sens divers, qu'il sera facile de déterminer à l'aide des notions contenues dans les pages 73 et suiv. Il est à peu près démontré que l'absence de forêts élève la température et augmente l'étendue des oscillations ; si, d'un côté, les arbres retiennent plus longtemps la neige, d'un autre ils sont un puissant écran contre les vents froids, et l'évaporation par les feuilles, en été, paraît capable d'adoucir les chaleurs extrêmes. Somme toute, l'air des forêts est plus froid que celui de la plaine découverte, mais aussi plus égal (Voy. p. 111).

Il n'est pas inutile de mentionner ici que l'observation thermométrique dans les grands centres habités donne toujours des résultats un peu supérieurs à celle des campagnes. Les villes, indépendamment de l'obstacle qu'elles opposent aux mouvements de l'atmosphère, sont des foyers producteurs de calorique, par la respiration des hommes et des animaux et par les foyers véritables (chauffage, cuisines, usines) qu'elles entretiennent.

Moyennes thermiques de divers lieux. — L'espace ne nous permet pas de reproduire ici de longs tableaux ; la plupart des hygiénistes se bornent, en pareille matière, aux chiffres de la température des principales localités de leur pays respectif. Sans les imiter rigoureusement, nous élargirons quelque peu, pour la France, le cadre de l'aperçu d'ensemble de la thermalité terrestre, ainsi qu'on le verra ci-après (p. 347 et 348). Les chiffres sont empruntés à Lombard (de Genève), à Mahlmann et à divers.

Les climatologistes ont tracé, au moins pour des étendues restreintes de pays, les lignes qui réunissent les points d'égale température de l'été, *lignes isothères*, et celles qui passent par les points d'égale température de l'hiver, *lignes isochimènes*. Fonssagrives propose d'y ajouter les lignes *isoères*, ou d'égal printemps, et les lignes *isométopores* ou d'égal automne. Ces lignes, surtout celles des deux premiers ordres, ont une valeur réelle. Que la moyenne de l'été, dans une région, dépasse 20° par exemple ; cette région, pendant un certain nombre de mois, se trouve dans les mêmes conditions que les pays chauds, au point de vue de la réceptivité pour certaines épidémies (comme la fièvre jaune), dont le développement est subordonné à une élévation déterminée de la température.

La comparaison des moyennes saisonnières, surtout de celles de l'hiver et de l'été, fait encore assez bien ressortir les caractères d'égalité ou de variabilité des climats.

Les lignes *isothères* vont en se relevant vers le nord, de l'ouest à l'est ; c'est-à-dire en sens contraire des lignes isothermes, au moins dans l'ancien monde ; d'où la conclusion que le voisinage de la mer tempère les ardeurs de l'été. Les lignes *isochimènes* marchent dans le même sens que les isothermes mais d'une façon bien plus accentuée, c'est-à-dire que l'influence de la mer pour relever les températures basses est particulièrement évidente dans la saison froide. L'isochimène de 2°, par exemple, réunit des points aussi différents en latitude que Ostende, Châlons-sur-Marne, Besançon, Genève.

Enfin, si l'on trace des isothermes mensuelles, l'expression de ces influences

ressort mieux encore. Sur la carte ci-dessous (fig. 57), d'après Renou, sont tracées les lignes principales qui, sous ces divers rapports, représentent les limites dans lesquelles oscille la thermalité de notre pays.

Mais il ne faut pas oublier que les moyennes, quoique tout à fait décisives pour la classification des climats et pour l'appréciation de la quantité de calorique que reçoit un lieu dans un temps donné, notion de première importance, font disparaître le mode et l'amplitude des oscillations thermiques, qui ont pourtant

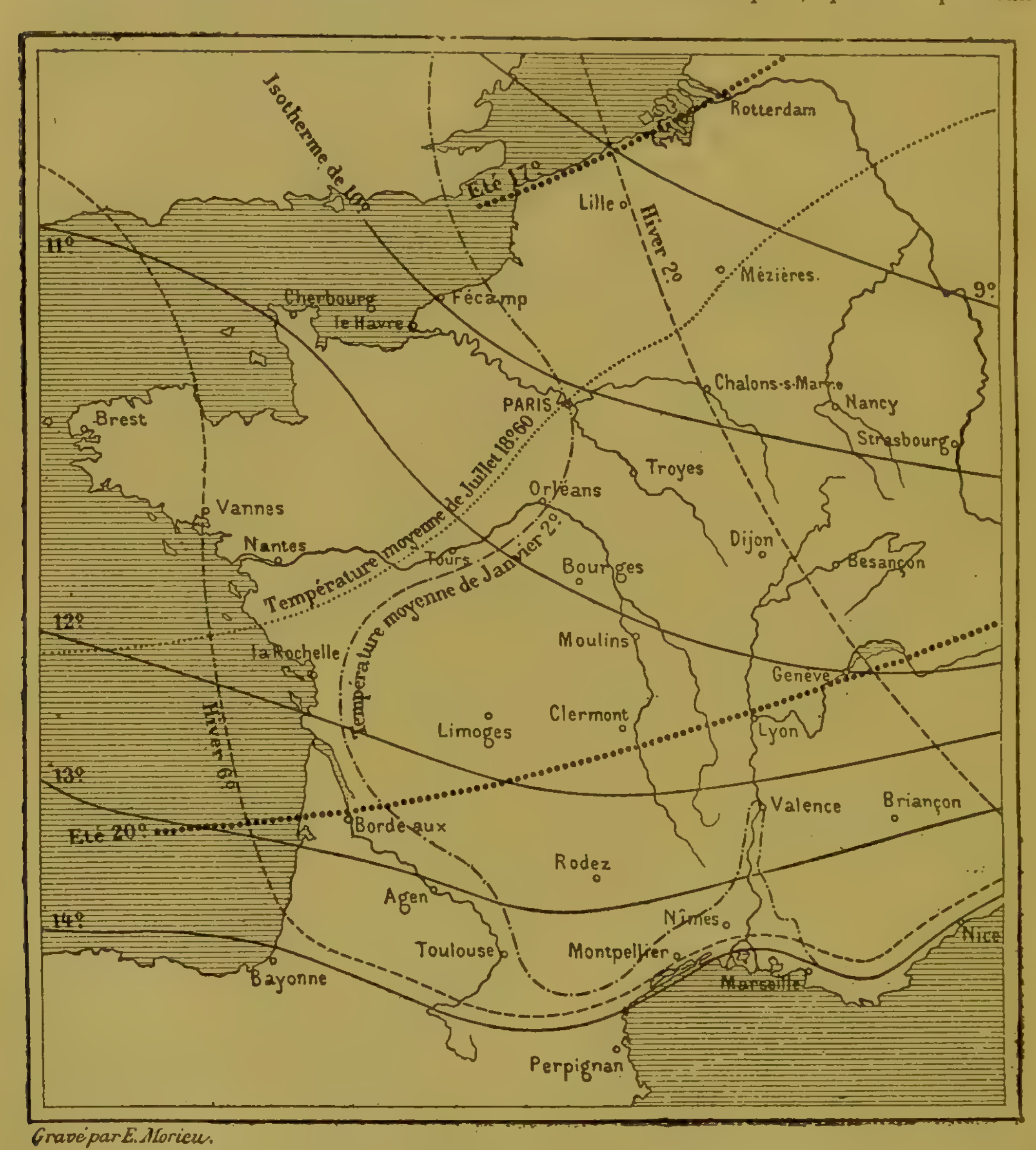


Fig. 57. — *Limites dans lesquelles oscille la thermalité en France.*

une influence considérable sur la santé et, tout particulièrement, impressionnent les convalescents et les faibles d'une façon d'où peut dépendre leur guérison ou leur mort. Lors donc qu'il s'agit d'apprécier les rapports de la climatologie d'une localité avec les affections que l'expérience a démontrées comme liées aux influences atmosphériques, ou encore les oscillations qu'éprouve la convalescence des malades dans diverses stations adoptées par la thérapeutique des climats, il est essentiel de se rendre compte des différences *maxima* d'un jour à l'autre, de la différence thermique entre le jour et la nuit et même des *variations horaires*, ainsi que l'a recommandé Fonssagrives.

Moyennes thermiques par année et par saisons.

I. — Régions polaires et septentrionales.

LOCALITÉS.	LATITUDE.	ANNÉE.	HIVER.	PRINTEMPS.	ÉTÉ.	AUTOMNE.
A. CONTINENTALES.						
Fort Franklin (Amérique-Nord)...	65°,12' N.	— 8°,22	—27°,22	— 9°,95	10°,22	— 6°,06
Jakoutsk (Sibérie)............	62 ,2	—11 ,38	—38 ,87	— 9 ,62	14 ,37	—11 ,25
Upsal (Suède)............	59 ,55	5 ,36	— 4 ,02	4 ,00	15 ,79	5 ,68
Vologda (Russie d'Europe).......	59 ,14	2 ,75	—10 ,50	1 ,13	17 ,50	2 ,62
Dorpat (Livonie)............	58 ,23	4 ,50	— 7 ,25	4 ,00	16 ,50	5 ,13
Tobolsk (Sibérie)............	58 ,12	0 ,38	—16 ,87	0 ,25	17 ,62	0 ,37
B. MONTUEUSES.						
Enontekis (Laponie)............	68°,30'	— 2°,75	—17°,00	— 3°,88	12°,62	— 2°,75
C. INSULAIRES ET MARITIMES.						
Ile Melville (Amérique-Nord)....	74°,47'	—16°,93	—33°,33	—19°,57	3°,14	—17°,96
Reykiavick (Islande)............	64 ,08	4 ,06	— 1 ,56	2 ,83	11 ,61	3 ,33
Arkangel (Russie)............	64 ,32	0 ,75	—11 ,13	— 0 ,25	14 ,25	1 ,75
Helsingfors (Finlande)............	60 ,10	3 ,75	— 6 ,50	1 ,13	14 ,87	5 ,50
Saint-Pétersbourg............	59 ,56	3 ,75	— 7 ,63	2 ,12	15 ,88	4 ,75
Christiania............	59 ,55	5 ,33	— 3 ,66	3 ,53	15 ,78	5 ,71
Stockholm............	59 ,21	5 ,64	— 3 ,67	3 ,52	16 ,30	6 ,40
York-Factory (baie d'Hudson) ..	57 ,00	— 3 ,28	—18 ,50	— 7 ,11	12 ,33	4 ,84
Aberdeen (Écosse)............	57 ,00	8 ,67	4 ,22	7 ,72	14 ,33	9 ,11

II. — Régions moyennes et tempérées.

LOCALITÉS.	LATITUDE.	ANNÉE.	HIVER.	PRINTEMPS.	ÉTÉ.	AUTOMNE.
A. CONTINENTALES.						
Moscou............	55°,45' N.	4°,75	— 9°,75	3°,37	18°,37	4°,75
Lunebourg............	53 ,15	9 ,04	0 ,95	8 ,77	17 ,25	9 ,18
Berlin............	52 ,33	7 ,95	— 1 ,19	7 ,57	17 ,43	7 ,91
Varsovie............	52 ,13	7 ,00	— 3 ,87	6 ,50	17 ,62	7 ,50
Francfort-sur-Mein............	50 ,7	9 ,85	1 ,42	9 ,75	18 ,27	9 ,91
Prague............	50 ,6	9 ,97	— 0 ,44	9 ,75	19 ,93	10 ,65
Lille............	50 ,37	10 ,00	3 ,12	9 ,03	17 ,08	10 ,73
Carlsruhe............	49 ,2	10 ,48	1 ,97	10 ,63	18 ,74	10 ,57
Paris............	48 ,50	10 ,81	3 ,59	10 ,29	18 ,01	11 ,26
Stuttgart............	48 ,46	10 ,00	1 ,10	9 ,81	18 ,75	10 ,20
Strasbourg............	48 ,32	9 ,78	1 ,38	9 ,86	17 ,82	9 ,82
Vienne............	48 ,12	10 ,37	0 ,18	10 ,43	20 ,36	10 ,50
Munich (altitude 428 mèt.).......	48 ,10	8 ,80	— 1 ,13	8 ,97	18 ,25	9 ,09
Nancy............	48 ,41	9 ,5	3 ,7	14 ,07	17 ,14	5 ,55
Buda-Pesth............	47 ,30	10 ,53	— 0 ,41	10 ,61	21 ,18	10 ,76
Zurich (407 mèt.)............	47 ,23	8 ,9	— 0 ,8	9 ,2	17 ,9	9 ,5
Lyon............	45 ,45	11 ,87	2 ,1	11 ,1	20 ,3	11 ,4
Genève (378 mèt.)............	46 ,12	9 ,23	0 ,51	8 ,56	17 ,71	9 ,86
Turin............	45 ,4	11 ,7	0 ,8	11 ,7	22 ,0	12 ,1
Toulouse............	43 ,36	12 ,9	5 ,2	11 ,8	19 ,9	13 ,9
Montpellier............	43 ,36	14 ,1	6 ,9	13 ,8	24 ,4	16 ,1
Avignon............	43 ,57	14 ,4	5 ,8	13 ,9	23 ,1	14 ,6
Perpignan............	42 ,41	15 ,5	7 ,2	14 ,4	23 ,9	16 ,2
Rouen............	49 ,26	11 ,2	4 ,76	15 ,1	18 ,3	6 ,9
Le Mans............	48 ,0	10 ,9	5 ,3	14 ,0	17 ,3	7 ,1
Orléans............	47 ,54	14 ,3	6 ,8	18 ,1	22 ,1	9 ,5
Montréal (Canada)............	45 ,31	7 ,00	— 8 ,22	6 ,5	21 ,56	8 ,28
Albany (État de New-York)......	42 ,31	9 ,00	— 3 ,33	8 ,17	21 ,11	10 ,0
Washington............	38 ,53	13 ,39	2 ,28	13 ,22	24 ,61	13 ,56
Saint-Louis (Missouri)............	38 ,37	13 ,00	1 ,00	13 ,56	24 ,61	12 ,78
Cincinnati (Ohio)............	39 ,6	12 ,11	0 ,94	12 ,06	23 ,33	12 ,17

II. — Régions moyennes et tempérées (*Suite*).

LOCALITÉS.	LATITUDE.	ANNÉE.	HIVER.	PRINTEMPS.	ÉTÉ.	AUTOMNE.
B. MONTUEUSES ET HAUTS PLATEAUX.						
Etna (3350 mètres)	37°,46' N.	— 1°,35	— 8°,63	— 2°,74	6°,58	— 0°,64
Saint-Bernard (2478 mètres)	45 ,50	— 1 ,26	— 8 ,24	— 2 ,41	6 ,03	— 0 ,62
Erzeroum (1592 mètres)	39 ,57	8 ,22	— 6 ,39	7 ,22	21 ,28	10 ,33
Fort Kearny (719 mètres)	40 ,38	8 ,72	— 5 ,00	8 ,22	21 ,94	9 ,61
Madrid (633 mètres)	40 ,25	14 ,44	6 ,89	13 ,17	23 ,50	14 ,17
Innsbrück (575 mètres)	47 ,16	8 ,9	— 0 ,9	8 ,8	17 ,9	9 ,8
C. INSULAIRES ET MARITIMES.						
Edimbourg	55°,57' N.	8°,39	3°,56	7°,22	13°,94	8°,33
Copenhague	55 ,41	7 ,69	— 0 ,92	4 ,99	17 ,13	9 ,21
Kœnigsberg	54 ,42	6 ,49	— 3 ,26	5 ,55	15 ,87	6 ,87
Dublin	53 ,21	19 ,00	4 ,77	9 ,17	16 ,11	10 ,6
La Haye	52 ,18	11 ,13	3 ,46	10 ,63	18 ,53	11 ,79
Londres	51 ,31	9 ,83	4 ,00	8 ,67	16 ,11	10 ,39
Dieppe	49 ,53	11 ,4	5 ,13	10 ,5	18 ,03	11 ,83
Fécamp	49 ,46	10 ,1	5 ,00	8 ,9	15 ,63	10 ,8
Brest	48 ,23	11 ,6	6 ,83	10 ,5	17 ,00	12 ,7
Lorient	47 ,45	12 ,5	7 ,2	11 ,4	18 ,7	12 ,8
La Rochelle	46 ,90	11 ,70	4 ,78	10 ,98	19 ,22	11 ,80
Odessa	46 ,29	9 ,11	— 2 ,56	7 ,61	21 ,17	10 ,39
Venise	45 ,26	13 ,1	3 ,4	12 ,6	22 ,8	13 ,3
Bordeaux	44 ,50	13 ,80	[illegible] ,17	13 ,99	21 ,72	14 ,39
Nice	43 ,42	15 ,27	8 ,79	13 ,46	22 ,37	16 ,46
Marseille	43 ,18	14 ,61	7 ,33	13 ,28	22 ,72	15 ,6
Hobart-Town (Océanie)	42 ,55 S.	11 ,34	5 ,63	11 ,63	17 ,25	10 ,86
Boston (Massachusetts)	42 ,21 N.	9 ,39	— 1 ,72	7 ,94	20 ,61	10 ,89
Constantinople	41 ,7	14 ,11	5 ,44	11 ,17	22 ,94	16 ,83
Naples	40 ,51	16 ,33	9 ,11	14 ,71	21 ,57	18 ,6
Lisbonne	38 ,45	16 ,34	11 ,42	15 ,37	21 ,65	16 ,92
San-Francisco	37 ,48	13 ,28	10 ,50	12 ,50	14 ,06	13 ,83
Fort Monroë	37 ,00	15 ,50	4 ,66	13 ,88	21 ,78	16 ,50
Alger	36 ,47	19 ,94	12 ,39	15 ,53	22 ,35	19 ,89
Ville du Cap	35 ,55 S.	19 ,06	14 ,82	18 ,75	23 ,50	19 ,62
Funchal (Madère)	31 ,18 N	18 ,31	15 ,59	16 ,87	20 ,87	19 ,61
New-Orléans	29 ,57	20 ,88	12 ,78	19 ,89	26 ,44	20 ,00

III. — Régions équatoriales et intertropicales.

LOCALITÉS.	LATITUDE.	ANNÉE.	HIVER.	PRINTEMPS.	ÉTÉ.	AUTOMNE.
A. CONTINENTALES.						
Cawnpore (Indes-Orientales)	26°,29' N.	26°,69	19°,17	29°,85	31°,35	26°,52
Bénarès	25 ,18	25 ,04	16 ,87	29 ,50	30 ,30	24 ,93
Calcutta	22 ,35	25 ,02	18 ,60	27 ,60	28 ,57	25 ,97
Kobbe (Darfour)	14 ,11	27 ,21	20 ,58	29 ,38	30 ,78	24 ,10
B. MONTUEUSES ET HAUTS PLATEAUX.						
Quito (2894 mètres)	0°,14' S.	15°,62	15°,51	15°,66	15°,39	15°,89
Mexico (2267 mètres)	19 ,26 N.	15 ,78	11 ,67	17 ,44	18 ,44	15 ,61
Gondar (2200 mètres)	12 ,34	18 ,66	19 ,61	21 ,97	16 ,65	17 ,14
Guatemala (1426 mètres)	14 ,36	20 ,33	18 ,89	20 ,25	21 ,03	20 ,16
Bangalore (914 mètres)	12 ,58	23 ,13	21 ,35	25 ,90	23 ,38	23 ,40
Sainte-Hélène (538 mètres)	15 ,55 N.	16 ,34	17 ,72	18 ,31	14 ,68	14 ,67
C. INSULAIRES ET MARITIMES.						
La Havane	23°,9'	24°,39	20°,22	24°,28	29°,00	24°,17
Canton	23 ,8	21 ,06	12 ,72	21 ,00	27 ,78	22 ,67
Rio-de-Janeiro	22 ,54 S.	23 ,17	26 ,17	23 ,72	20 ,33	22 ,67
Ile-Bourbon	21 ,15	25 ,04	»	»	»	»
Vera-Cruz	19 ,12 N.	25 ,28	22 ,17	25 ,56	27 ,50	25 ,94
Bombay	18 ,56	26 ,50	23 ,40	27 ,13	27 ,97	27 ,33
Madras	13 ,4	27 ,06	25 ,03	28 ,33	30 ,10	27 ,47
Sierra-Leone	8 ,30	27 ,24	27 ,43	28 ,61	26 ,20	26 ,72
Batavia	6 ,9 S.	25 ,08	25 ,93	26 ,40	25 ,67	25 ,00
Cayenne	5 ,10 N.	26 ,80	26 ,14	26 ,55	26 ,99	27 ,62

ROLE SANITAIRE DE LA TEMPÉRATURE ATMOSPHÉRIQUE. — La température de l'air est, sinon la plus importante des propriétés physiques du milieu commun, au moins celle dont les effets sont le plus évidents et le mieux connus. Cela explique la prépondérance que lui ont accordée les climatologistes.

La physiologie nous apprend que l'homme possède une chaleur propre dont le taux, un peu variable selon l'âge, le sexe, la constitution, est en moyenne de 36 à 38°. Il est clair que le cas où le milieu atmosphérique est précisément à la température moyenne du corps humain, ce qui, du reste, est une circonstance gênante, est infiniment rare et ne saurait être durable. Notre existence est donc un perpétuel échange de calorique avec les objets extérieurs et, pour bien dire, une lutte incessante contre la tendance du milieu à nous soustraire de la chaleur ou à l'accumuler dans notre économie. Heureusement, les ressources de celle-ci sont considérables, puisqu'il n'y a pas moins de 130 degrés de différence entre les températures des points extrêmes habités par notre espèce, depuis les régions circumpolaires, où le mercure gèle, jusqu'aux tropiques, où le thermomètre atteint fréquemment 70 degrés. De telle sorte que les expressions de *froid* et de *chaud*, que nous employons dans nos régions tempérées, changent tout à fait de sens en passant dans la bouche des habitants de l'extrême Nord ou de ceux de la zone équatoriale.

L'action de la température atmosphérique, indépendamment de ses oscillations propres, varie encore selon le degré d'incidence des rayons solaires et celui de l'humidité de l'air.

Il nous est possible d'éprouver sans inconvénient notable une élévation ou un abaissement de la température propre qui ne dépasse pas 1 degré ou 1 degré et demi en plus ou en moins; le fait se réalise assez souvent sous la simple influence du passage d'une température à une autre. J. Davy constata que la température de six matelots s'était abaissée de 37°,7 à 36°,8 pendant que, dans l'espace d'un mois, celle de l'air était descendue de 23°,44 à 15°,5. On voit, en sens contraire, la température des marins qui se rendent de nos ports dans les contrées tropicales, augmenter considérablement. Eydoux et Souleyet ont noté que, par une différence de 40° dans l'air, la température humaine s'était élevée de 1°. Cette élévation a monté à 1°,27 dans un voyage de Brown-Séquard, pour une augmentation de température extérieure de 22°. Enfin, Mantegazza à trouvé jusqu'à 2°,25 de différence dans la température de l'urine, pour un changement extérieur de 25°, en allant du Brésil à Rio de la Plata.

L'homme dispose, vis-à-vis de l'action de la température extérieure, de deux forces physiques qui, toutes deux, tendent d'ordinaire à le refroidir, mais dont il peut régler le jeu jusqu'à un certain point par son propre fonctionnement physiologique et par les artifices de l'hygiène (vêtements); ce sont le *rayonnement* et la *conductibilité*. Pour élever directement sa chaleur propre, il a l'alimentation, le mouvement, les sources artificielles de chaleur. Il fait, par jour, 2,000 à 3,000 calories.

La conductibilité est mise en exercice par le contact du corps avec des objets plus froids que lui, l'air, les vêtements; par l'ingestion ou l'inspiration de substances froides, aliments, boissons, air respirable; par l'évaporation d'eau à la surface de la peau et des poumons. La quantité de cette eau va jusqu'à 800 ou 1000 grammes (Séguin) et peut saturer 60 mètres cubes d'air à 15°.

L'échauffement du corps appelle naturellement le rayonnement et surtout l'éva-

poration compensatrice. En effet, la peau se dilate par l'élévation de température; l'accélération des mouvements du cœur, la faiblesse de la tension artérielle, hâtent la réplétion et la distension des capillaires superficiels, d'où l'issue plus facile et plus abondante de la sueur.

Influence de la chaleur. — Les manifestations provoquées par l'action de la chaleur peuvent se répartir dans les trois ordres suivants: 1° modifications physiologiques; 2° accidents; 3° maladies — aiguës ou chroniques. On joindra à cette dernière section les aptitudes morbides et l'influence de la chaleur sur les modalités morbides elles-mêmes.

1° *Modifications physiologiques.* — Les rayons solaires font monter le thermomètre jusqu'à 70 et même 100°, sous les tropiques; on a pu, en Angleterre, au mois de juillet 1864, dans une caisse bien fermée, avec un couvercle en verre, obtenir un résultat tout pareil, 112° (par la suppression de tout mouvement de l'air). Dove, en juillet 1852, a vu le thermomètre noirci marquer 61° par la seule irradiation directe. A ce degré, il devient peu à peu impossible de faire passer le courant électrique par les nerfs de la grenouille.

La *respiration*, sous l'influence de la chaleur, « active ses mouvements, dit Lacassagne, pour exhaler de la vapeur d'eau ». C'est ce qui s'observe communément chez l'homme. Pourtant, si le degré est suffisant et l'application assez prolongée, il lui arrive la même diminution de fréquence respiratoire qu'aux animaux mis en expérience par Vierordt et Ludwig.

L'*activité circulatoire* augmente légèrement chez les nouveaux arrivants des tropiques; la tension artérielle étant faible, les pulsations cardiaques deviennent plus fréquentes. A un degré élevé, l'activité du cœur cède comme le reste. Mathieu et Urbain ont démontré que le sang dissout moins d'oxygène, si l'air qui arrive aux vésicules pulmonaires est plus chaud; ce qui semble contradictoire avec la remarque faite par Vallin, que la chaleur augmente l'absorption et la consommation d'oxygène pur par l'hémoglobine. Il paraît certain, dans tous les cas, que les combustions organiques sont ralenties et que la production de CO^2 est atténuée; d'où la diminution de ce gaz dans l'exhalation plumonaire, signalée par Copland, et l'excrétion des matériaux carbonés, en quelque sorte supplémentaire, par la peau et surtout par le foie, « le poumon des pays chauds ». Il n'est, cependant pas certain qu'il y ait cette polycholie physiologique dont on parle, un peu par induction.

La *digestion* est atteinte dans le sens dépressif. L'appétit, surtout pour les aliments d'origine animale, languit.

Néanmoins, le besoin de restitution alimentaire reste le même que sous les températures moyennes. C. v. Scherzer a fait remarquer que les travailleurs du sud de la Chine consomment par jour 902 grammes de riz, alors que Voit n'en demande que 896 grammes, avec l'addition d'un peu d'albumine, pour un ouvrier bavarois moyen. Selon Playfair, le régime ne diffère pas, à Bombay, de ce qu'il est en Angleterre. Les habitants des pays chauds, toutefois, évitent de faire de la chaleur en consommant de la graisse et remplacent instinctivement celle-ci par les féculents et le sucre.

La vitalité de la *peau* est surexcitée ; cette enveloppe est dans un état permanent d'hyperémie ; elle transsude de l'eau et se pénètre de pigment.

L'*urine* diminue d'abondance et aussi la proportion journalière d'urée rendue (Forbes Watson et Becher).

Posant en principe que l'organisme cherche à « faire le moins de chaleur possible dans un milieu où il en perd peu», Lacassagne met en rapport avec le besoin de dépenser du carbone non brûlé l'augmentation de la *sécrétion lactée* et la précocité de la *menstruation* dans les pays chauds ; selon Courty, la perte serait même plus abondante à chaque époque que dans les pays froids.

Bien que l'on voie des Européens se livrer, dans les climats chauds, à des travaux physiques ou intellectuels exigeant une grande énergie, la chaleur tend à déprimer l'*action nerveuse*. Il se peut qu'à un faible degré et pendant les premiers temps de l'action du nouveau milieu, il se manifeste une réelle excitation de toutes les fonctions auxquelles préside le système nerveux ; mais, comme toujours en physiologie, l'excitation trop forte ou trop prolongée aboutit à l'effet inverse de celui du début, c'est-à-dire à l'épuisement et à l'inertie. Les colons de vieille date en Algérie, au Sénégal, dans les Indes, aux Antilles, se *créolisent*, sous le rapport de l'activité physique ou morale ; et les créoles ne passent pas pour le type de la force entreprenante et agissante. Cela ne veut pas dire qu'ils n'aient point des passions vives et une imagination extraordinaire ; ce sont des indices de faiblesse. Ils sont même capables d'efforts qui durent le temps d'un feu de paille. On peut y joindre les apparences d'exagération de l'*activité génitale*, qui est plus en désirs qu'en fait.

En réalité, la nutrition tout entière est déprimée par la chaleur excessive et habituelle. Un certain nombre de circonstances d'ordre presque physique rendent compte de cette infériorité ; mais ce qu'il ne faut peut-être pas perdre de vue, c'est que l'air chaud renferme une quantité absolue d'oxygène moindre que l'air tempéré ou froid. Le même cube d'air qui, à 0°, renferme 36gr,73 d'oxygène n'en contient plus que 33gr,46 à 26°. Nous verrons plus loin que c'est précisément cette raréfaction de l'oxygène qui entraîne l'anémie et l'apathie physique et morale des habitants des hauts plateaux.

Dans les circonstances où l'application d'une haute température est brusque et passagère, la tolérance peut être portée très loin, si l'air est sec ; il en va ainsi pour nombre d'ouvriers dans diverses industries (boulangers, chauffeurs d'usines à gaz, ouvriers métallurgiques). Fordyce et Blagden ont supporté pendant huit minutes l'étuve sèche à 126° ; la température du corps ne s'éleva que de 1°,37 : une jeune fille, observée par Tillet, resta pendant dix minutes à la chaleur d'un four à 132°. Les expériences de Berger et Delaroche ont, au contraire, montré que personne ne peut supporter 55° dans l'étuve saturée, et Ludwig a constaté que dans des conditions pareilles, où l'évaporation ne peut avoir lieu, la température animale s'élève rapidement de plus de 4 degrés.

2° *Accidents*. — a. *Insolation*. — On observe, sous l'influence d'une haute température de l'air, des accidents graves et parfois mortels, bien étudiés par Obernier, Claude Bernard, Vallin, Lacassagne, Wood, Walther, Jacu-

basch, Zuber, J. Héricourt, etc., et qui ont reçu les noms divers de *coup de soleil*, *coup de chaleur*, *insolation*, *sunstroke*, *heatstroke*, *heat apoplexy*, *Hitzschlag*, *Sonnenstich*, *Wärmeschlag*, etc. La forme pathologique en est d'ailleurs assez variée, quoique l'origine essentielle reste la même ; sans doute que les organes plus particulièrement atteints, que le mode d'action et de caractère du calorique, ou que l'association d'un autre élément à la chaleur, décident aussi des nuances qu'affectent les phénomènes morbides. Lacassagne distinguait déjà du *coup de chaleur*, qui se produit dans les pays chauds, par échauffement général et même sous l'influence de la chaleur à l'ombre, le *coup de soleil*, que l'on voit partout, mais qui est plutôt un accident des pays tempérés et dans lequel les symptômes ou les lésions dépendent du point d'incidence des rayons solaires. Jacubasch, faisant intervenir un autre élément encore, répartit les accidents sous trois chefs, savoir :

1° Le *coup de soleil* (*Sonnenstich*), dû aux rayons directs du soleil sur le corps au repos. La mort peut s'ensuivre en quelques heures ou être amenée par des accidents méningitiques. La guérison n'est pas rare. La cause anatomique de cet état serait une modification moléculaire du muscle cardiaque à la température de 45 à 46 degrés. C'est *l'insolation sthénique* d'Obernier et de Vallin.

2° Le *coup d'échauffement* (*Hitzschlag*), qui se produit dans l'état d'activité physique, sous une température bien inférieure à celle du corps et même n'atteignant pas 30 degrés. L'acumulation du calorique dans l'économie est due au travail fourni et à quelques autres raisons entravant la déperdition de chaleur. C'est la forme qui s'observe communément dans nos pays tempérés sur les troupes en marche.

3° Le vrai *coup de chaleur* des tropiques (*Wärmeschlag*), résultant, comme le précédent, de l'accumulation du calorique dans l'économie humaine, mais par suite de la haute température du milieu et sans que les individus aient besoin d'être exposés aux rayons du soleil ou d'être en état d'activité musculaire.

Dans l'une et l'autre de ces deux circonstances, la mort peut arriver selon le même mécanisme que dans le premier cas, ou encore par suite d'un trouble profond de l'innervation, peut-être avec un commencement de fusion de la myéline (à 52°), le cœur étant en diastole (*insolation asthénique*.)

Il est à supposer que le vêtement, l'armement des soldats, le poids dont ils sont chargés, leurs allures cadencées et en rangs, l'immobilité prolongée sous les armes, parfois l'ingestion précipitée et considérable de boissons froides, de qualité suspecte, ont beaucoup aidé l'action de la chaleur et aggravé les manifestations morbides. Cependant, Martin Duclaux (1859) a décrit, sous le nom de : *congestion rachidienne ou maladie des moissoneurs*, des accidents qui rappellent les insolations militaires et prouvent qu'on peut les subir même avec l'aisance de vêtements et d'allures que comporte le travail des champs.

Les excès alcooliques, un peu avant ou pendant les marches, le défaut

d'entraînement antérieur, sont des causes prédisposantes des plus efficaces à l'insolation. L'état de colonnes en masses compactes, soulevant la poussière des routes, échauffe encore et altère l'air autour des soldats. Il y a probablement des conditions topographiques qui favorisent l'immobilité et l'échauffement de l'air, comme les routes en terrain déprimé, les chemins creux, les forêts, les rues des villes. On a fait observer (Roth et Lex) que l'insolation (au soleil, non dans la chaufferie des navires à vapeur) se produit peu au large de l'Océan ou sur les hauts plateaux, qui reçoivent tout aussi bien que la plaine les rayons du soleil, mais où l'air est pur et mobile. Enfin, on a noté que les catastrophes se réalisent particulièrement la veille des orages, alors que l'atmosphère est à la fois chaude et humide, chargée d'électricité.

Les hommes atteints, en pareil cas, éprouvent une anxiété respiratoire considérable, de la titubation, du vertige, des nausées; ils ont la face blême, couverte de sueur, les lèvres cyanotiques; une syncope survient, quelquefois si rapidement que les premiers phénomènes n'ont pas été aperçus; le patient s'affaisse, insensible et en résolution musculaire. Quelques-uns présentent des convulsions. Zuber a remarqué que, parmi les malades, les uns suent abondamment, les autres non. C'est sur ces derniers que la terminaison est le plus régulièrement mortelle. La mort arrive dans le coma et dans un état asphyxique. A l'autopsie, on rencontre une congestion étendue des méninges, des foyers apoplectiques dans le tissu cérébral, une congestion pulmonaire extrême; des ecchymoses sous les séreuses, divers petits épanchements sanguins dans les ganglions nerveux et les muscles, quelquefois un état trouble du muscle cardiaque; souvent le ventricule gauche contracté et vide.

En somme, les températures élevées entravent la respiration et frappent de collapsus (peut-être après excitation) le système nerveux. Les explications physiologiques ne répondent pas à tout ce qui se passe dans ces accidents singuliers et graves de l'insolation. Nous attachons une grande importance aux conditions difficiles dans lesquelles s'accomplit l'hématose par l'air surchauffé — et raréfié. — En effet, beaucoup de symptômes de l'insolation sont purement asphyxiques, et rappellent ceux du mal des montagnes (lipothymies, nausées, faiblesse des membres inférieurs, syncope). On dirait qu'il s'agit d'abord d'une irritation des tissus et des centres nerveux par un sang moins oxygéné qu'à l'état normal; d'où « la dilatation paralytique des capillaires du poumon par acte réflexe » (Layet).

Nous n'avons pas entendu parler, dans les lignes précédentes, de l'*érythème solaire*, accident local et sans gravité, auquel on donne quelquefois aussi le nom de « coup de soleil ».

Les annales de la médecine militaire de tout pays, contiennent des relations d'insolation du type véritable. Citons, dans les pays tempérés : des soldats belges, se rendant de Beverloo à Hasselt (1853); un bataillon de chasseurs à pied français allant de Nogent à Paris (1857); les soldats allemands faisant étape de Bonn à Cologne (1865), qui ont été l'occasion

du travail d'Obernier; les hommes de la revue de Longchamps, du 25 juillet 1875; les réservistes de Lyon (août 1878); deux régiments du 1er corps d'armée (30 août 1886) et quelques autres, français et étrangers, à la même époque. Dans tous ces cas, il y eut des morts plus ou moins rapides et un grand nombre d'individus moins gravement atteints, qui se rétablirent.

Des chauffeurs des bateaux à vapeur qui traversent la mer Rouge éprouvent parfois, par 65 à 75 degrés, « des douleurs de tête, des vertiges, des troubles de la vision ». Quelques-uns doivent être emportés de la cale, présentant les symptômes suivants : « injection de la face, embarras de la parole, facultés intellectuelles obtuses, respiration stertoreuse, battement des temporales, etc. » (Bourel-Roncière).

La prophylaxie des insolations consiste dans l'*entraînement* préalable, les habitudes de *sobriété* vis-à-vis des boissons alcooliques, l'usage de *vêtements légers*, le soin de desserrer entièrement les rangs, quand on marche en colonnes, d'éviter les routes poussiéreuses et de *ne pas empêcher les soldats de boire*, mais, au contraire, de leur assurer le moyen de se désaltérer à l'aide d'une eau fraîche et pure, en leur recommandant de se mouiller d'abord les mains et les tempes, et en les remettant en route avant que cette boisson froide ait pu causer chez eux une répercussion fâcheuse. Un point capital est, en effet, de prévenir l'accumulation du calorique; or, 1 litre d'eau, pour passer de 10° à la température du corps, exige 27^{cal},5; et pour s'évaporer à 37 degrés, 572 calories. Il faut leur permettre d'ouvrir leur uniforme et d'enlever tout ce qui fait constriction au cou, sur le thorax ou l'abdomen; ne pas reprendre la marche trop tôt après le principal repas de la journée; les empêcher de se coucher sur le sol, même à l'ombre, puisque le sol est encore plus chaud que l'air. Mais les haltes, d'ailleurs faites debout, devront avoir lieu à l'ombre, car la transpiration se supprime pendant l'immobilité au soleil. S'il n'y a pas d'ombre à trouver, mieux vaut poursuivre lentement la marche (Héricourt).

b. *Délire aigu. — Calenture.* — On remarque parfois, dans les insolations de nos pays tempérés, à côté des symptômes asphyxiques et congestifs, des convulsions et du délire. Ce dernier caractère s'accentue davantage dans les pays chauds, au Bengale, au Sénégal et même en Algérie. Le délire comporte volontiers la tendance au suicide. En 1836, parmi les troupes du général Bugeaud, 11 soldats sur 200 insolés se brûlèrent la cervelle. En pareille occasion, les marins se jettent à l'eau. Chacun use du procédé de suicide qu'il a sous la main. C'est à cette tendance délirante que les Espagnols ont donné le nom de *Calenture* qui, selon Barallier, ne répond à aucune individualité morbide.

3° *Maladies et aptitudes morbides.* — La chaleur provoque directement un certain nombre de maladies. Mais il est plus commun qu'elle favorise l'éclosion de diverses espèces morbides, qu'elle en règle les allures, habituellement en les exaspérant, et qu'elle imprime à l'ensemble pathologique des pays chauds, ou même de la saison chaude des pays tempérés, une physionomie notablement distincte de celle de la pathologie des régions froides.

La plupart des microorganismes, et surtout les organismes pathogènes, s'accommodent au mieux du degré le plus voisin de la température du corps. Cependant, certaines moisissures, *Aspergillus glaucus*, *Penicillium glaucum*, cessent de croître à ce dégré. Les Schizomycètes sans spores succombent pour la plupart entre 50 et 70°; mais les spores de moisissures supportent bien la chaleur sèche de 115°, celles de certains bacilles la température de 140° sans perdre l'aptitude à germer. Au contraire, elles ne résistent pas à la vapeur d'eau à 100°. La chaleur météorique (indépendante de l'homme) arrive rarement à un degré qui entrave les phénomènes de la putréfaction ; elle les favorise le plus ordinairement. Il est probable que les hautes températures atmosphériques atteignent parfois à la destruction, nè fût-ce que par soustraction d'eau, des bacilles pathogènes à l'état de développement; mais ne parviennent pas à compromettre leurs spores. D'où il résulte que telle endémie cesse de sévir pendant la sécheresse, qui se réveillera vigoureusement aux premières pluies.

La chaleur est, selon toute apparence, la cause prédominante et directe de quelques *dermatoses* ou *épidermatoses* très simples, se reliant étroitement à l'hypérémie continuelle du tégument et à l'exagération de ses fonctions comme organe sécréteur. La *gale bédouine*, *bourbouille*, *lichen tropicus, prickly heat* (dans l'Inde), n'apparaît qu'en été, au moment où la sueur se concrète sur les parties découvertes, chez les Européens à épiderme délicat, transportés dans les pays chauds. Les *éruptions furonculeuses*, qui tourmentent si fort les Français en Algérie, à la fin de l'été, dépendent probablement aussi de l'irritation permanente de la peau. Il n'est pas invraisemblable que la même disposition fondamentale ne contribue à donner aux manifestations cutanées de la syphilis un épanouissement extérieur exubérant (la *lèpre kabyle*); probablement aussi, la sollicitation incessante faite à la nutrition dans le tégument est-elle une raison des hypertrophies de celui-ci, des œdèmes actifs, de l'éléphantiasis (des Arabes). J'ai pensé autrefois que le même excitant pouvait rendre compte, en partie, de divers accidents cutanés exotiques, tels que le *clou de Biskra*, l'*ulcère de Mozambique*, l'*ulcère annamite*, etc. Il se fait de plus en plus probable que le parasitisme est à l'origine de toutes ces formes étranges. Le microcoque du clou de Biskra (ou de Gafsa), en particulier, a été mis en vue par les recherches d'E. Weber, Duclaux, Depéret et Boinet : ce qui met hors de cause la chaleur en tant qu'agent direct et primitif; mais il est bon, néanmoins, de ne pas oublier qu'elle influence encore le mode de ces accidents et que, tout d'abord, elle est une des principales conditions qui ont rendu le milieu propice à l'existence et à la propagation du parasite lui-même. Cette considération est applicable à d'autres affectations parasitaires des pays chauds : *filaire du sang* (Chine, Brésil), *filaire de Médine*, *ver de Cayor*, *Larbisch* (Sénégal), *Distome hématobie* (Égypte, Cap de Bonne-Espérance, où il détermine l'hématurie).

La chaleur provoque par elle-même, surtout chez les Européens qui subissent l'acclimatement, des fièvres d'intensité variable, dans lesquelles la participation des voies et des glandes digestives est toujours plus ou moins

évidente; telles sont : la *fièvre continue simple*, que l'on observe d'ailleurs à Paris, pendant l'été, sous le nom de *catarrhe gastrique* aigu, *fièvre éphémère*, *synoque imputride*, et à Montpellier sous la rubrique *fièvre bilieuse;* la *fièvre inflammatoire* des Antilles, le *common continued fever* dans l'Inde, la *fièvre bilieuse simple* partout, même lorsque son intensité arrive jusqu'à lui donner quelques traits de la fièvre jaune. Nous avons, après Félix Jacquot, contribué à séparer ces « affections *climatiques* » des fièvres d'origine miasmatique, qui les masquent si facilement dans les latitudes chaudes. A. Laveran, qui les nie, les a néanmoins observées comme nous; ce qui était dans la nature des choses.

La chaleur joue un rôle plus ou moins direct dans la genèse de la *dysenterie* et de la *diarrhée chronique* des pays chauds, sans doute par le mécanisme des répercussions intestinales à la suite des refroidissements de la peau et de la suspension des sueurs. Le tégument, en effet, dans les pays chauds, est d'autant plus sensible aux abaissements de température qu'il a été plus surchauffé, comme la physiologie le démontre d'ailleurs.

L'*hépatite* passe pour une maladie des pays chauds et, sans doute, légitimement. Sans parler de ses rapports avec la dysenterie, elle n'est pour ainsi dire, sous la forme d'*hépatite parenchymateuse*, que l'exagération de la végétation luxuriante de l'élément glandulaire du foie, habituelle aux pays chauds, ainsi que l'ont remarqué Kelsch et Kiener. Il se peut que l'influence paludéenne ait marqué ici son passage; mais ce ne serait pas une raison de renoncer entièrement à la part étiologique de la chaleur. Les fièvres de la Sologne et de la Bresse, en effet, grossissent la rate comme celles de l'Algérie ; mais nous ne sachions pas qu'elles se signalent par la complication d'hépatite.

La chaleur continue, si peu favorable aux fonctions digestives et respiratoires, entraîne l'*anémie*, qu'Aubert-Roche regardait comme une condition de l'acclimatement des Européens en Égypte. A vrai dire, la mention de ce dernier pays fait songer que l'*ankylostome duodénal* peut aider à l'établissement de ce fâcheux état.

Les statistiques de Hirsch, de même que les observations des médecins de l'armée et de la marine, ont établi que beaucoup de maladies aiguës, la *pneumonie*, la *pleurésie*, le *rhumatisme*, réputées naguères maladies des pays froids, n'épargnent nullement les latitudes intertropicales. Le terrain, gagné chaque jour par l'étiologie parasitaire, rend compte de cette opposition entre les faits et les opinions préconçues d'autrefois.

Selon Villemin, la *tuberculose* est remarquablement sévère dans la zone torride. L'enquête résumée par Feuillet tend à prouver, cependant, que la phthisie est relativement rare en Algérie, même chez les indigènes.

Un des faits les plus considérables en cette matière, c'est la puissante influence de la chaleur sur quelques maladies dont elle n'est d'ailleurs pas le générateur, ni même la condition absolue et qui, d'ordinaire, sont des maladies infectieuses.

Le berceau de la *fièvre jaune* est dans des parages dont la moyenne thermique est entre 20 et 25 degrés; partout ailleurs, elle ne se montre qu'après

importation. Mais encore, elle ne prospère sur les rivages nouveaux qu'autant que la moyenne de la saison approche de 20 degrés ; l'hiver venu, elle disparaît, de même qu'il est impossible de la débarquer, en Europe, au nord du 50e degré de latitude.

Le *choléra*, dont les recrudescences indiennes affectent la saison chaude, n'a de vigueur en Europe que pendant les étés. S'il ne disparaît pas régulièrement à l'approche de l'hiver, au moins il sommeille et atténue ses coups. Il faut en rapprocher le choléra *nostras* et le *choléra infantile*, affections de la saison chaude des pays tempérés.

Par une singulière exception, la *peste* a sa zone d'endémicité en pays chauds et s'étend de préférence vers les régions tempérées ou froides. En Europe, les chaleurs de l'été lui sont manifestement contraires.

Hors de là, on peut dire : que la chaleur météorique communique une activité plus grande à la plupart des agents infectieux et que, d'un autre côté, elle dispose mieux l'économie à les recevoir; de même que le plomb des navires, inoffensif à Brest, se révèle par la colique sèche quand l'équipage aborde aux Antilles ou au Gabon.

Nous avons, l'un des premiers, signalé pareille influence, dans le sens de l'aggravation des symptômes, de la chaleur sur la *fièvre typhoïde* en Algérie. Léon Colin a établi en loi que les *fièvres telluriques* sont *périodiques* dans la Bresse, *rémittentes* en Algérie et continues au Sénégal, la gravité s'accentuant d'autant plus que l'intermittence disparaît plus complètement. Ce n'est que dans les régions malariales chaudes qu'on voit des formes violentes et d'une haute perniciosité, connues sous les noms de *fièvre hématurique*, *fièvre bilieuse mélanurique*.

Bibliographie. — Blachez : *Du coup de chaleur* (Gazette hebdomad. de méd. et de chir., n° 33, 1877. — Lacassagne : *De l'insolation et des coups de soleil.* Paris, 1878. — Jacubasch : *Sonnenstich und Hitzschhlag.* Berlin, 1879. — Zuber : *Étude sur le coup de chaleur* (Bull. Soc. méd. des hôpitaux, octobre 1880). — Borius (A.) : *Les maladies du Sénégal.* Paris, 1882. — Bordier (A.) : *La géographie médicale.* Paris, 1884. — Poincaré (Léon) : *Prophylaxie et géographie médicale.* Paris, 1884. — Duclaux (E.) : *Étude d'un microbe rencontré sur un malade atteint de clou de Biskra* (Gazette hebdomad., p. 397, 1884). — Depéret (Ch.) et Boinet (Ed.) : *Du bouton de Gafsa au camp de Sathonay* (Arch. de méd. milit., III, p. 296, 1884). — Des mêmes : *Nouveaux faits relatifs à l'histoire du bouton de Gafsa* (Archives de méd. milit., IV, p. 425, 1884). — Héricourt (J.) : *Des accidents causés par la chaleur* (Arch. de méd. milit., VI, p. 7, 1885). — Blanc (H.) : *Recherches sur la fièvre typhoïde en Tunisie et sur les modifications que lui imprime la chaleur* (Arch. de méd. mil., IX, p. 18, 1887).

Consulter. — Vallin (E.) : *Recherches expérimentales sur l'insolation* (Arch. gén. de méd., 1870). — Bernard (Claude) : *Leçons sur la chaleur animale, sur les effets de la chaleur et sur la fièvre.* Paris, 1876. — Laveran (A.) : *Traité des fièvres palustres.* Paris, 1884.

Influence du froid. — Nous suivrons le même ordre que pour l'étude précédente, sur l'influence de la chaleur.

1° *Modifications physiologiques.* — Le terme de *froid* n'a rien d'absolu. Habituellement, on dit qu'*il fait froid*, quand le thermomètre est au-dessous de 5 degrés centigrades. Encore ce degré est-il plus désagréable en automne (après l'été) qu'au printemps (après l'hiver), de même que 20 degrés au-dessous de zéro paraissent une température tiède quand on vient de passer par — 40 degrés.

L'action du froid sur l'économie est modifiée par diverses conditions d'âge, de sexe, de tempérament, de constitution, de dispositions individuelles ou ethniques. Le premier effet est le besoin de mouvement, pour faire de la chaleur ; le *tremblement* n'est peut-être qu'une manière inconsciente pour l'économie de se défendre par l'activité musculaire. Un autre besoin corrélatif est celui de manger, poussé jusqu'à la boulimie, par le froid excessif (Catat), et spécialement d'ingérer de la graisse et des hydrocarbonés, aliments combustibles. On peut, à vrai dire, exprimer cette loi d'une autre façon, peut-être plus juste ; à savoir que les gros mangeurs supportent mieux le froid que d'autres ; d'après Voit, les explorateurs des mers polaires embauchent de préférence, pour leurs expéditions, les matelots doués d'un robuste appétit et se munissent de provisions en conséquence. Cependant, les observations de Larrey pendant la retraite de Russie (1812-1814), celles des médecins de la guerre de Crimée (1854-1856), de Lebastard au Tléta des Douairs (1879) ont prouvé que les individus de race liguro-ibérique, et même les Arabes, bruns, secs et petits mangeurs, résistent mieux au froid que les hommes blonds, à vaste estomac, de race germanique. Ch. Martins insinue que les habitants des pays chauds ont emmagasiné, pendant leur séjour sous le ciel natal, de la chaleur dont ils dépensent le superflu lorsqu'ils sont transportés dans des latitudes moins heureuses. Nous aimons mieux prendre en considération le ressort nerveux des Méridionaux et leur habitude de se passer de la stimulation dangereuse de boissons alcooliques.

La configuration du sol, l'état du ciel, la mobilité de l'atmosphère, la durée de son application, modifient les effets du froid. Lorsqu'on s'élève en hauteur, d'après Sonklar, la décroissance de la température marche plus lentement par les vents du sud et de sud-ouest que par ceux du nord et de nord-est. La force du vent l'accentue. Par le temps clair et avec de faibles courants, la décroissance de température est lente dans les régions inférieures de l'air et rapide dans les couches supérieures. La présence de la vapeur d'eau dans l'air est de quelque importance ; ceci doit être plus à considérer pour les froids modérés que pour les températures très basses, puisque, au-dessous de zéro, l'air renferme naturellement la plus grande proportion relative et la moins grande proportion absolue d'humidité. Plus l'air est limpide, plus énergique est le rayonnement ; celui-ci atteint à un degré extraordinaire pendant la nuit, par un air calme et sous un ciel sans nuages. Melloni prétend que le rayonnement du corps n'est pas plus grand sous un ciel pur que sous un ciel nuageux, mais que la perte de chaleur est mieux ressentie. Flammarion a, cependant, noté qu'en s'élevant en hauteur, l'abaissement de température de 1° n'exige que 189 mètres d'ascension verticale par un temps découvert, tandis qu'il faut s'élever de 194 mètres lorsque le ciel est nuageux.

Le vent, même modéré, rend les basses températures insupportables. L'équipage du capitaine Ross travaillait sans trop de peine au dehors, dans une température de — 41° par un temps calme ; tandis qu'il ne pouvait quitter le bâtiment sous un froid de — 29°, avec un vent léger.

Quel que soit le froid, la question est toujours de savoir dans quelle mesure les actes physiologiques calorifiants compensent la soustraction de chaleur.

Sous l'impression d'un froid modéré, que l'homme peut équilibrer par une nourriture plus abondante et par la protection des vêtements, il n'y a pas de troubles sérieux, mais plutôt un sentiment de bien-être, une augmentation de l'appétit, une disposition parfaite à l'activité physique et intellectuelle. L'apport d'oxygène en plus grande quantité aux poumons a permis à la fonction respiratoire d'alimenter plus généreusement la combustion organique.

Sous l'influence d'un grand froid, lorsque les ressources de l'économie sont au-dessous du besoin, les physiologistes (Poiseuille, Dickinson, Brown-Séquard et Tholozan, Cl. Bernard, Allen et Pepys, Walther, Pouchet, Michel, de Crecchio) ont noté des troubles de plus en plus graves, dont la sériation se présente à peu près comme ci-dessous.

1. C'est d'abord la sensation de froid, l'horripilation, l'état de la peau dit *chair de poule*, l'obscuration du sentiment.

2. Les capillaires périphériques se contractent, le sang reflue dans les gros vaisseaux, en général, dans les organes vasculaires profonds ; le tégument et les extrémités pâlissent tandis qu'il y a de l'oppression thoracique et des douleurs de tête, par réplétion sanguine des viscères. Le pouls devient petit et lent dans les extrémités naturellement les premières et les plus influencées (orteils, doigts, nez, oreilles).

3. L'excrétion d'eau par les poumons et la peau diminue, l'urine augmente, en revanche, et la proportion de ses éléments solides s'abaisse.

4. A ce moment, si l'application du froid cesse, ou même si le degré de froid n'est pas poussé plus loin, il peut y avoir *réaction*, c'est-à-dire que les vaisseaux capillaires se dilatent comme s'il y avait paralysie vaso-motrice, que le sang reflue à la peau où se produit de la chaleur avec démangeaison, que le pouls reprend de la plénitude.

5. Si au contraire, le froid persiste ou s'élève, il se manifeste des sensations douloureuses dans les membres, la tête, la poitrine. La respiration est déprimée, l'absorption d'oxygène augmente (Mathieu et Urbain) par le simple fait physique d'une plus grande solubilité dans le sang ; tandis que l'exhalation de CO^2 diminue par ralentissement de la combustion interstitielle.

6. Les extrémités se raidissent, se congèlent. Le sang gèle dans les vaisseaux, en commençant par les couches les plus voisines de la paroi (Poiseuille). Le degré auquel se produit la congélation du sang varie de — 0°,5 ou — 1° (Crecchio) à — 8°,9 (Richardson). Les changements de structure des globules ne se montrent qu'au dégel. Pouchet pense que la structure cellulaire de ces corpuscules est détruite ; de Crecchio prétend que l'enveloppe reste intacte, mais que le contenu s'en échappe par osmose.

7. Les parties gelées sont insensibles à l'excitation électrique et se laissent envahir par la gangrène.

8. Après la congélation des parties périphériques surviennent de l'affai-

blissement général, des vertiges, de l'engourdissement, une invincible tendance au sommeil. Les contractions du cœur, les mouvements respiratoires se suspendent; la mort arrive avec une réplétion sanguine des organes internes et une paralysie du système nerveux.

D'ailleurs il n'est pas possible de préciser le degré de froid qui est mortel, attendu que ce degré varie énormément selon les individus et les circonstances.

A. Laveran résume en quelques lignes l'action du froid: «Si l'impression d'un froid modéré est capable de produire une excitation sur certains éléments, sur la fibre musculaire en particulier, on peut dire d'une façon générale que l'action des températures voisines de zéro ou inférieures à ce degré est une action essentiellement paralysante qui diminue la vitalité de tous les éléments anatomiques et qui finit par amener leur mort. Les mouvements des leucocytes, ceux des cils vibratiles, disparaissent par le refroidissement, les nerfs deviennent mauvais conducteurs, puis cessent entièrement de fonctionner, les muscles se paralysent. »

D'une soigneuse revue des expériences et des théories connues, Lebastard conclut: que, dans le refroidissement brusque et progressif, la mort arrive par anémie cérébrale; dans le refroidissement lent et continu, la mort est due à une congestion cérébrale; la mort par suite de congélation partielle est due aux embolies capillaires formées par les caillots contenus dans la partie congelée.

Le professeur Colin (d'Alfort) a pratiqué sur des animaux une double série d'expériences de refroidissement *par l'air* et *par l'eau,* qui éclairent vivement la question.

Tout en réservant le problème délicat des différences d'aptitude à supporter le froid que l'on observe chez les diverses espèces de mammifères et même chez des individus d'une même espèce (chez l'homme en particulier), le savant physiologiste s'est convaincu que « les effets du froid sur l'ensemble de l'organisme sont des effets secondaires, subordonnés à ceux qu'il produit sur la peau, » et que « si le froid ne réussit pas à abaisser notablement la température de la peau, il est parfaitement supporté et reste inoffensif, tandis qu'il détermine des troubles graves et tue même, s'il fait descendre le tégument d'un certain degré. »

Il est, d'ailleurs, certain que le froid supprime les sécrétions de la peau et provoque la rétention des matériaux de déchet. D'autre part, l'irritation des nerfs de la peau par le froid est reportée, par action réflexe, aux centres vasomoteurs, aux nerfs trophiques et aux nerfs de la sensibilité (Seitz).

Étant démontrée l'importance du refroidissement de la peau, on reconnaîtra, avec le professeur d'Alfort, que le tégument peut perdre de la chaleur: 1° par conductibilité et rayonnement, comme tous les corps; 2° par l'évaporation des liquides exhalés à sa surface; 3° faute de recevoir par le sang la somme de chaleur nécessaire pour compenser ses pertes. Le premier mode est le plus important; on conçoit aisément que le sang lui-même vienne perdre sa chaleur au contact d'une si vaste enveloppe, lorsqu'elle est refroidie, et qu'il ait quelque peine à la lui rendre ensuite, quand on fait cesser l'action du réfrigérant. Le froid, selon Colin, semble agir de trois manières : *a*, par impression immédiate sur le système nerveux; *b*, en refoulant le sang de la périphérie vers les organes profonds, qu'il congestionne; *c*, par astriction, effet auquel les organes profonds sont diversement sensibles. L'impression sur le système nerveux lui paraît avoir la préséance. Lorsqu'on songe à la différence d'impressionnabilité, vis-à-vis du froid, des diverses espèces animales, des variétés d'une même espèce et même des individus de même famille.

on ne peut s'empêcher de partager généralement cette opinion. Au demeurant, c'est là un sujet qui, malgré bien des recherches expérimentales, paraît encore loin d'être épuisé (Vallin).

Le rôle du sang dégelé, dans le mécanisme de la mort *après* la congélation, a été envisagé par Michel (de Nancy) comme le résultat de l'oblitération des capillaires pulmonaires (d'où la syncope) par une foule de petites embolies provenant de la désintégration de caillots microscopiques, qui se sont formés pendant l'application du froid.

Il se peut que le mécanisme de la mort ne soit pas toujours le même. Ogston l'a attribué à l'anémie cérébrale, qu'il a reconnue dans des autopsies d'individus morts de froid. Lacassagne fait la distinction, légitime en théorie, des trois modes suivants : Mort par refroidissement rapide et progressif; — par refroidissement lent et continu; — par refroidissement d'une partie. Les accidents généraux n'aboutissent pas toujours à cette mort rapide et dans la somnolence, à laquelle Larrey ne trouvait rien de cruel et qui fut probablement la manière de passer de vie à trépas de ces sentinelles qu'on relevait raide-gelées et debout à leur poste, pendant le siège de Metz par Charles-Quint, en 1552 (Forestus). Wiel proteste contre cette tradition; il a souvent trouvé le cadavre des individus gelés dans une attitude qui révélait un rude combat avec la mort, les membres convulsivement fléchis et tordus, le sol gratté tout autour. Il y aurait imprudence à prendre pour une loi physiologique l'image effrayante et hardie dont s'est emparé le poète :

On voyait des clairons à leur poste gelés,
Restés debout en selle et muets, blancs de givre,
Collant leur bouche en pierre aux trompettes de cuivre.
(Victor Hugo.)

Les habitants des pays froids ont dû mettre leur économie à la hauteur du besoin de production de calorique qui leur est imposé. Leur caractéristique physiologique est l'ampleur et l'intensité des combustions organiques. C'est dire qu'ils se distinguent par un formidable appétit et leur aptitude à ingérer des quantités prodigieuses d'aliments, choisis surtout parmi ceux qui représentent du combustible immédiat, la graisse, l'huile, les viandes huileuses. Il faut bien aussi que la fonction respiratoire se mette au diapason de l'apport de combustible et qu'elle introduise suffisamment d'air pour entretenir ces puissants foyers. Heureusement, l'air des climats simplement froids est riche d'oxygène (en poids). La circulation ne paraît pas en être activée ; les Groenlandais passent pour avoir le pouls remarquablement lent. Le système nerveux de la vie animale semble s'effacer devant celui de la vie végétative; quand l'estomac domine, le cerveau sommeille. Il serait peut-être téméraire de mettre le lymphatisme des climats polaires en rapport avec l'activité forcée des fonctions de nutrition et de sanguification; sauf les traits extérieurs, il y a du lymphatisme sous les tropiques comme au cercle polaire et il faut bien, s'il y a une cause commune, qu'elle soit autre chose que la température.

Les hommes des régions tempérées, dans des circonstances mémorables, ont affronté pendant un temps assez long les rigueurs des climats polaires, à des lati-

tudes que les Esquimaux eux-mêmes ne visitent pas. Il s'agissait de découvertes géographiques, de la recherche de la « mer libre » du Pôle, ou encore de la détermination de voies commerciales (ce fameux passage du Nord-Est, le plus court chemin de l'Europe à l'Océan Pacifique, que Nordenskjold vient de reconnaître). Parry (1819), Franklin, Richardson, Bellot, J. Ross (l'*Entreprise*, 1848-1849), Kane, Hayes, Mac-Clure, Austin, Nares (*Resolute*, 1854), Mac-Clintock (1859), les marins du *Polaris* (1872), Payer et Weyprecht du *Teghetoff* (1873), les marins de l'*Alert* et du *Discovery* (1875), Nordenskjold et Palender (la *Vega*, 1879), nous ont glorieusement appris jusqu'où peut aller contre le froid la résistance de l'homme, armé de courage et muni des ressources de l'hygiène. Ces expéditions comportent habituellement deux phases, l'une d'immobilité, pendant laquelle l'équipage reste sur le navire enclavé dans la glace, subissant la nuit polaire de 4 à 5 mois; l'autre d'activité, que l'on emploie, à la faveur du retour de la lumière, à des explorations en traîneaux. Pendant la première, surtout vers sa fin, quand le mois de mars ramène le soleil, l'air extérieur présente couramment une moyenne de — 50°, par des latitudes de 78 à 80 degrés (Nord). L'*Alert*, encastré dans la glace, par 82°,24 de latitude nord, en mars 1876, enregistrait un minimum de — 59°. La température minimum pour une période de 24 heures fut de — 57°,1 pour l'*Alert*, de — 55°,4 pour le *Discovery*. Pendant sept jours consécutifs le *Discovery* eut une moyenne de — 51°; l'*Alert* rapporte une moyenne de — 51°,5 pour treize jours consécutifs et de — 54°,8 pour une autre période de cinq jours et demi. Mais l'on parvient à entretenir dans le navire une température un peu au-dessus de zéro. Le moment où le froid devient redoutable est celui des excursions. Celle de Mac-Clintock et Allen Young, en 1859, eut à lutter contre un froid de — 44°,4; Nares et Hamilton, du *Resolute* (1854), observèrent — 42°,2; Payer du *Teghetoff* fut huit jours absent et subit jusqu'à — 51°; les officiers de l'*Alert* opérèrent par des températures de — 41°,1 et — 46°,5 (Ad. Nicolas). A la vérité, si l'on sort victorieux de cette lutte, ce n'est pas sans blessures ni perte d'hommes. En général, ces expéditions ont coûté 1,7 décès sur 100 hommes d'équipage; l'*Alert* et le *Discovery*, plus particulièrement maltraités, perdirent même 4 hommes et 3 officiers, 7 hommes et 1 officier eurent les pieds gelés et 3 d'entre eux subirent l'amputation des jambes. Mais on dépassa 83° lat. Nord! La *Jeannette*, capitaine de Long (1879-1882), perdit les deux tiers de son monde. Il périt dix hommes sur seize de l'équipage du lieutenant Greely (1881-1883) du *Proteus*.

2° *Accidents du froid.* — L'on vient de voir, par les lignes qui précèdent, que les effets physiologiques du froid confinent aux accidents et, même, les constituent, quand l'impression météorologique a été suffisamment intense et prolongée.

Ces accidents, on a déjà pu le reconnaître, sont *locaux* et portent plus communément le titre de *congélations*, — ou *généraux*, et méritent le nom d'*asphyxie par le froid*, préférable, quoique insuffisant, à celui de *congélation générale*.

Les congélations, qui, naturellement, atteignent surtout les extrémités, ont été réparties par Legouest suivant une échelle de gravité qui rappelle celle des brûlures : engelure, phlyctène, eschare du tissu cellulaire, gangrène des muscles, mort totale du membre. Quand l'accident n'est qu'aux premiers degrés, il est possible de rappeler la partie à la vie en la ramenant *progressivement* à la température normale; l'application immédiate de

la chaleur équivaut à la perte du membre; dans les pays froids, on pratique vulgairement les frictions de neige sur les extrémités où l'on voit apparaître le blême de la congélation commençante; un bain d'eau glacée est le meilleur topique à appliquer au membre que l'on espère ramener à la vie.

D'ailleurs, au moment où les accidents généraux ont envahi les fonctions essentielles, sans les annuler encore, le brusque passage du froid à une atmosphère chaude est encore le pire des remèdes. Les soldats de la retraite de Russie tombaient, « frappés d'une apoplexie foudroyante », dans les feux dont ils s'approchaient avec une sorte de fureur, malgré tous les conseils, croyant prendre une revanche de leurs souffrances pendant la marche sous la neige. Sureau, pharmacien en chef de la Grande-Armée, expira en quelques heures dans une chambre chaude où il avait pensé trouver une compensation au froid éprouvé en gagnant Kowno.

En dehors des faits à la rencontre desquels vont les explorateurs des mers glaciales, les congélations générales ou partielles se produisent un peu partout, dans nos pays tempérés, dans la saison froide. Mais les observations qui sont restées historiques sont principalement des désastres militaires, depuis la retraite des Dix-Mille (Xénophon) et le passage du Caucase par l'armée d'Alexandre, jusqu'à la retraite de Russie (1812-1813), la guerre de Crimée (1854-1856), la guerre franco-allemande (1870-1871), et le désastre du 4e zouaves au Tléta des Douairs, en mars 1879. En cette occasion, une tourmente de pluie et de neige assaillit avec une violence inouïe une colonne de troupes se rendant d'Aumale à Laghouat; 19 hommes succombèrent et des catastrophes plus nombreuses se fussent produites, si des secours n'étaient venus de la part d'hommes énergiques et dévoués. Sans parler de la retraite de Constantine, en 1836, des accidents éprouvés près de Bougie en 1851, au passage de l'Atlas en 1852, la colonne du Bou-Thaleb (près de Sétif), en 1845, restera comme un des plus douloureux souvenirs; il y eut 228 décès sur 2,800 hommes!

A vrai dire, et ce n'est pas la première fois qu'on en fait la remarque, la température de l'air descendait à peine au-dessous de zéro. Mais on avait les pieds dans la neige fondante et l'alimentation des soldats laissait à désirer. La neige fondante soustrait évidemment beaucoup de calorique aux tissus vivants qui sont à son contact; on s'en aperçoit encore aux fâcheux effets de l'usage de la neige à titre de boisson, pratique vivement déconseillée par les hygiénistes. C'est dans la neige d'automne, en partie fondue, que les marins de l'*Alert* ont subi les congélations dont il est parlé plus haut. Dans son émouvant récit de la catasrophe du 4e zouaves au Tléta des Douairs, Lebastard fait remarquer qu'il tombait autant de pluie que de neige; mais cette eau froide imbibait les pantalons de toile bouffante des zouaves et les refroidissait d'une façon continue; les hommes étaient harassés par une longue étape dans la boue, sous une tempête de pluie et de neige; par-dessus tout, *ils avaient faim*.

La prophylaxie de ces accidents sera, légitimement, exposée aux articles: *vêtement*, *habitation*, *chauffage*, *exercice*, *alimentation*. Dès à présent, l'on peut dire qu'un système nerveux bien trempé, un bon état de la nutrition

générale, une alimentation largement assurée, des vêtements mauvais conducteurs, sont les garanties dont il faut s'entourer lorsqu'on s'aventure dans le séjour ou la marche à travers une atmosphère glaciale de n'importe quelle zone. Nous ne poussons pas l'esprit de système jusqu'à interdire absolument l'alcool; les boissons stimulantes (café, thé) sont avantageuses, par conséquent l'alcool aussi, dès que l'on ne dépasse pas les doses auxquelles il reste simple stimulant. Mais, si l'on va plus loin, c'est un insensibilisant, qui s'ajoute à l'action anesthésiante du froid, et l'on comprend que des capitaines d'expéditions polaires l'aient supprimé net à des matelots pour qui l'usage se confond aisément avec l'abus. En pleine lutte avec le froid, le soldat est dans le mouvement et l'exercice musculaire ; ici, la force physique ne suffit pas; l'énergie morale, la volonté, deviennent la suprême ressource. Qui la possède se sauve et peut en sauver d'autres. Dans les colonnes armées, un vieux soldat plein de ressort, un sous-officier de quelque vigueur, peuvent arracher à la mort nombre d'hommes de recrues démoralisés et qui fléchissent devant l'ennemi atmosphérique. On les objurgue, on les pousse, on les frappe, s'il le faut, pourvu qu'ils marchent, car « qui s'arrête, s'endort, et qui s'endort ne se réveille plus ».

3° *Maladies du froid. Aptitudes morbides qu'il crée.* — A mesure que l'on connaît mieux les maladies diathésiques ou générales, que les statistiques se font plus nombreuses et plus exactes, que l'on sait retrouver les germes spécifiques sous des dehors d'emprunt et que l'on analyse plus rigoureusement l'étiologie, le rôle pathogénique du froid et, d'ailleurs, de tous les agents de la météorologie se rétrécit davantage. Il convient aussi de distinguer le cas de l'influence directe du froid et celui où il n'est qu'un auxiliaire — ou une entrave — de la cause véritable.

Le froid ralentit ou arrête le développement des microorganismes, mais ne tue point leurs spores, même quand il est poussé très loin. C'est l'agent le plus impropre à la désinfection que l'on connaisse. Les bactéries banales de l'eau se développent encore faiblement à + 6° (Flügge); le bacille typhique à + 3° (Seitz). La spirille du choléra a sa limite inférieure à 15°; les bacilles de la morve ont la leur à 22°, ceux de la tuberculose à 33°; ceux du charbon à 12°. Mais il est évident que l'homme, par lui-même ou par ses abris, peut compenser les conditions difficiles que crée le froid aux schizomycètes infectieux.

L'activité nutritive, suscitée par le froid, semble être en rapport naturel avec une plus grande fréquence des *inflammations* dans les contrées froides et dans les saisons froides des pays tempérés. Les inflammations viscérales s'accommoderaient assez bien de la théorie, citée plus haut, du transport par action réflexe de l'irritation subie par les nerfs cutanés.

Les formes simples des affections aiguës des voies respiratoires, la *Bronchite*, la *Bronchite capillaire*, Broncho-pneumonie, pneumonie catarrhale ou lobulaire, se rattachent peut-être à de telles conditions. Il n'en est plus de même de la *Pneumonie*, qui paraît bien être de toutes les saisons et de tous les climats (A. Hirsch, Grisolle, L. Colin). La *Pleurésie* elle-même est répartie sur toute l'année dans nos pays et n'est point étran-

gère aux climats chauds; bien que plus fréquente et plus grave pendant nos hivers et sous les zones froides, elle est loin d'atteindre à la physionomie d'une affection propre aux milieux atmosphériques froids. A en juger par quelques observations personnelles, j'inclinerais à croire que l'action des froids rigoureux n'est pas étrangère à la formation des épanchements purulents; le rude hiver de 1879-1880 a amené dans mes salles de l'hôpital militaire (Lille) un nombre tout à fait insolité de pleurésies de cette nature (purulentes *d'emblée*, cela va sans dire).

On s'explique sans peine, à notre époque, une généralisation aux temps et aux lieux si frappante et qui embarrassait tant l'ancienne étiologie *à frigore*. La pneumonie est une maladie infectieuse et la pleurésie, d'après les constatations de Kelsch, serait très généralement une manifestation de la tuberculose. Le froid ne saurait donc que favoriser le développement du microcoque ou du bacille en préparant le terrain humain et en affaiblissant la résistance de la cellule animale.

Il est acquis aujourd'hui que le *Rhumatisme articulaire aigu*, affection diathésique, n'est point engendré du froid et n'épargne pas les pays chauds ni les saisons chaudes. En revanche, il est ordinaire que le froid réveille les manifestations douloureuses, n'ayant pas le caractère d'un accès complet, du *rhumatisme chronique*.

Il importe, d'ailleurs, quand on étudie les faits capables d'éclairer le point de vue étiologique, de bien distinguer du froid les *refroidissements*. Une région à climat très froid, mais constant, peut être beaucoup moins favorable aux inflammations thoraciques qu'un plus doux, mais à grandes et brusques oscillations thermiques. Ainsi, les rhumes sont rares en Islande. De même, l'influence permanente du froid sur les indigènes des régions subpolaires n'est pas absolument identique à l'impression, toujours un peu brusque et assurément nouvelle, que ressentent et que peuvent manifester les explorateurs venus de latitudes plus favorisées au point de vue thermique. Dans ce dernier cas, le trouble est plus probable et se montrera plus bruyant; il se traduit volontiers par des déterminations thoraciques, de même que le passage du climat tempéré à la zone chaude se traduit par des localisations abdominales (Fonssagrives).

Les maladies *éruptives*, en leur qualité de virulentes, sont à peine entravées par les froids les plus rigoureux; la variole existe au Groenland et au Kamtschatka; la rougeole a été l'objet d'une remarquable relation de Panum, aux îles Féroë, en 1846. On a même cru que les contrées et les saisons froides en favorisaient l'activité; ce serait absurde, si l'on supposait qu'une basse température convient spécialement à l'éclosion des germes morbides; mais c'est exact, si l'on entend que le resserrement des groupes et des familles, imposé par le froid extérieur, multiplie les contacts et les chances de propagation.

Pourtant, la *syphilis*, qui s'est établie aux îles Féroë, paraît ne pouvoir se propager en Islande, quoique les marins l'apportent communément à Reykjavik (Mackensie, Schleissner). Elle se cache, en Suède, sous le nom de *Radezyge* (Bœck).

Parmi les *infectieuses*, la *malaria*, dont les formes vont en s'atténuant à mesure que la moyenne thermique diminue, ne dépasse pas le 62e degré de latitude N. en Europe, le 47e en Amérique; le *choléra*, qui craint le froid, semble pourtant avoir une vitalité plus tenace encore; non seulement, il a dépassé le 60e degré de latitude N. et l'isotherme de 5 degrés, comme la malaria, mais il n'a pas cédé à un froid de — 20°, Moscou (1830), de — 30°, à Orenbourg. La *fièvre jaune*, heureusement, est absolument antipathique au froid; les navires de l'Atlantique, qui s'aperçoivent en mer qu'ils la rapportent avec eux des Antilles, mettent le cap au nord pour s'en débarrasser (Riou-Kérangal).

Les affections typhiques adoptent de préférence la forme de *typhus exanthématique*. Si le froid y contribue, ce doit être d'une façon indirecte, en poussant les individus à s'entasser dans des demeures étroites, d'ailleurs malpropres.

La *phthisie*, sur le développement et la marche de laquelle, dans nos pays tempérés, pèsent fâcheusement les transitions fréquentes et rapides de la chaleur au froid, passe pour être rare ou inconnue dans les régions polaires. Si de bonnes statistiques ont été faites, cela prouverait au moins que le froid *constant* ne provoque pas la phthisie. Villemin, dans la pensée que la tuberculose est une maladie zymotique, laisse entendre que les froids extrêmes peuvent paralyser les germes de celle-ci, comme ils le font des germes en général; malheureusement, nous venons de voir que les latitudes circumpolaires n'arrêtent ni la variole ni le choléra. L'immunité phthisique des climats polaires rappelle celle des altitudes. Jourdanet croit apercevoir dans l'*anémie* la raison commune de l'immunité phthisique des altitudes et de celle des contrées hypothermiques; comment peut-il y avoir anémie dans l'air froid, par conséquent dense, et où la tension de l'oxygène n'a rien perdu? C'est que la nécessité de la production de chaleur, de combustions organiques intenses, augmente le besoin d'oxygène, consomme tout celui qui est fourni et n'en laisse pas de disponible; il en faut tant qu'il n'y en a jamais assez; les habitants des pays froids sont anémiques de la même façon qu'un millionnaire est pauvre s'il dépense ses cinquante mille francs de rente et se sent encore l'appétit d'en dévorer cinquante mille autres. Cette théorie est fort ingénieuse, mais aurait besoin d'une vérification approfondie.

Il semble bien que la zone froide des pays tempérés soit plus maltraitée par la phthisie que la moitié qui confine aux pays chauds. La France, par sa situation climatologique, se prête à cette comparaison. Or, Lombard constate : « 1° que la phthisie est moins répandue dans les villes françaises que dans la plupart des villes septentrionales, » Londres, Glasgow, Christiania, Bruxelles, à l'exception d'Amsterdam ; 2° qu'en comparant les neuf départements septentrionaux français avec les onze départements méridionaux, les décès par phthisie représentent, dans le Nord, 108 pour 1000 de tous les décès, tandis que, dans le Midi, ils ne comptent que pour 79 millièmes : soit *un tiers* en moins.

Le rapport des décès phthisiques au total des décès n'est peut-être pas une expression suffisamment claire. Nous avons pris la question autrement en nous

servant de la statistique de l'armée. Il est bon de rappeler qu'alors les garnisons de chaque corps d'armée n'étaient que très peu recrutées dans la région même ; par conséquent, il n'y a pas lieu de se préoccuper des dispositions ethniques. Pour les deux années 1875 et 1876, la moyenne des entrées aux hôpitaux par tuberculose ayant été de 2,30 pour 1000 hommes, cette moyenne se trouve être 4,12 dans le Ier corps (chef-lieu : Lille) ; 3,70 dans le Xe corps (Rennes) ; 2,80 dans le VIIe (Besançon) ; 2,23, dans le XVIIe (Toulouse) ; 2,15, dans le XVe (Marseille) ; 2,04, dans le gouvernement de Paris ; 1,52, dans le XVIe corps (Montpellier) ; 0,91, dans le XIXe (Algérie). On a donc quelques raisons de croire que, là où il ne s'agit pas d'extrêmes de froid ou de chaud, le froid n'est point un préservatif, et la chaleur, point une cause provocatrice de la tuberculose. Ce serait plutôt le contraire.

Il est probable que la modalité de la température est plus importante en ceci que son degré moyen, et ce pourrait bien être à leur égalité relative que les climats de la région de Montpellier et de l'Algérie doivent d'être au-dessous de la moyenne en ce qui concerne la tuberculose dans l'armée.

Le *scorbut*, à première vue, paraît être une maladie des pays septentrionaux ; son nom même y fait songer. Villemin en a fait la remarque et a, d'ailleurs, revendiqué pour le scorbut le titre de maladie infectieuse. Cette doctrine peut se soutenir et acquiert probablement des chances avec l'extension actuelle des théories parasitaires. On a, du reste, le scorbut en Algérie (Benech) et sur les navires qui voyagent entre le Pérou et Saint-Nazaire, comme le trois-mâts *l'Avenir* (Mathelin, 1876). Mais, sans parler de la pénurie d'aliments frais, que les expéditions polaires imposent et qui a toujours quelque importance, il n'est guère contestable que le froid intense et prolongé n'y aide puissamment, comme aussi la longue obscurité des nuits polaires qui « étiole » les individus (A. Nicolas). Le scorbut de l'expédition anglaise de 1875 éclata aussi bien sur les hommes partis en traîneaux, et qui n'étaient que trop aérés, que sur les matelots restés au navire, dans un milieu susceptible d'être considéré comme miasmatique. Les Esquimaux de ces parages ont le scorbut, plus que les équipages munis de *lime-juice*, et les capitaines anglais leur laissent des barils de jus de citron pour guérir cette maladie.

Le froid peut bien être pour une part dans les *maladies de peau* des misérables tribus de l'extrême Nord, au moins quand il ne s'agit pas de syphilis ; mais il est à présumer que l'effroyable malpropreté de ces pauvres gens occupe aussi une grande place dans l'étiologie de ces dermatoses. Quant aux entozoaires, ils sont évidemment de provenance alimentaire.

Terminons par la mention de l'*ophthalmie des neiges* (*snow blindness*), qui est une sorte de traumatisme par l'air froid, mais aussi, comme l'indique son nom, par l'éclat des surfaces neigeuses.

Bibliographie. — Le froid. — Colin (d'Alfort) : *Des variations de température de la peau ; du refroidissement et de l'échauffement du corps dans divers milieux* (Bull. Acad. de méd., 1880, n° 5). — Du même : *Sur le refroidissement du corps par l'eau. Action de la pluie, des aspersions et du bain froid* (*ibid.*, 1880, n° 15). — Lebastard : *Relation médicale du désastre du Tléta des Douairs, le 28 mars* 1879 (Recueil de mém. de méd. milit., 3e série, XXVI, 1880).

Régions polaires. — BELLOT (A.) : *La prochaine Expédition arctique anglaise* (Revue maritime et coloniale, 1875). — ROCHEFORT : *l'Expédition anglaise du pôle Nord* (Archives de méd. navale, XXIV, 1875). — *Our Artic Expedition* (The Engineering, avril 1875). — NICOLAS (Ad.) : *le Scorbut de l'expédition anglaise au pôle Nord* (Gazette hebdomad., 1877, n[os] 1 et 2). — NORDENSKJOLD : *Sur le passage du Nord-Est* (Comptes rendus Acad. des sciences, 5 avril 1880). — LAVERAN (A.) : *Froid* (Dict. encycl. des sciences médic.). — FEULARD (Henri) : *Les froids polaires* (Gazette hebdomad. de méd. et de chir., n° 51, 1887).

Consulter. — SHRIMPTON : *Relation de la retraite du Bou-Thaleb* (Rec. de mém. de méd. milit., 1846). — MICHEL : *Contribution à l'étude des embolies capillaires de l'artère pulmonaire à la suite de la congélation des pieds* (Journ. de méd. de Strasbourg, 1867). — CRECCHIO (L. de) : *De la mort par le froid* (Il Morgagni, 1866).

INFLUENCE COMPARÉE DE LA CHALEUR OU DU FROID SUR LA MORBIDITÉ ET LA MORTALITÉ. — Il ne serait pas très instructif de comparer, à ce double point de vue, les pays du Nord avec les régions intertropicales. Outre que les documents ne sont point partout recueillis avec une exactitude suffisante, il y a trop de conditions associées qui pèsent sur le mouvement démographique, en même temps que la météorologie, pour qu'une pareille comparaison puisse prendre pour unique base les différences de moyennes thermiques. On obtient un enseignement meilleur et plus sûr en comparant entre elles les saisons, froide et chaude, d'une même zone, choisie par conséquent dans les climats tempérés qui, seuls, présentent une alternance parfaitement nette.

Des recherches statistiques faites à Genève par lui, par Ed. Mallet et Marc d'Espine, le D[r] Lombard conclut qu'en général : *le froid augmente la morbidité*, tandis que *la chaleur la diminue;* et, plus exactement, qu'*à une température froide et prolongée succède une forte morbidité*, pendant qu'*à une température chaude et prolongée succède une faible morbidité.* On conçoit qu'en effet les résultats définitifs de ces impressions se voient mieux après que pendant la saison qui leur permet de s'exercer. Graffenauer, Stœber et Tourdes, à Strasbourg, sont arrivés aux mêmes conclusions. Casper, de même, à Berlin (1846), disait que : aucune circonstance atmosphérique n'est si nuisible pour la vie que le froid sec. C'est que, si l'on applique la même étude à la détermination des oscillations de la *mortalité*, on trouve encore qu'à Berlin (Casper), Strasbourg (Stœber et Tourdes), à Genève (Lombard), à Glasgow (Robert Cowan), « *une forte mortalité succède ou coïncide avec le froid*, tandis qu'*une faible mortalité succède ou coïncide avec la chaleur.* »

En conséquence, dans tous les pays d'Europe (statistique générale de Wappaeus), sauf de rares dérogations, les chiffres les plus élevés de la mortalité se rapportent à l'hiver et les plus bas à l'été, à moins qu'il ne s'agisse de pays marécageux, ou qu'une épidémie d'été (choléra, dysenterie) n'ait renversé les rapports. Parmi les déviations de cette loi, Wasserfuhr signale la ville de Stettin, où, de 1833 à 1858, la mortalité moyenne a été de 21,94 pour 100 décès dans le 1[er] trimestre ; 24,02 dans le 2[e] ; 32,50 dans le 3[e] (juillet, août, septembre) ; 24,54 dans le 4[e]. L'auteur fait remarquer que les maxima thermique, hyétométrique et l'ascension du niveau de l'Oder, affectent aussi ce même 3[e] trimestre ; mais, comme les mêmes coïncidences se représentent ailleurs, il suppose que ces auxi-

liaires de la putréfaction trouvent à Stettin un sol plus souillé que dans d'autres villes. C'est l'exaspération de la putridité, et non la météorologie, qui élève le chiffre des décès. Cette explication ne paraîtra probablement pas suffisante.

La comparaison des années entre elles pour une même ville démontrerait de la même manière l'influence meurtrière du froid sur tous les individus vieux, faibles, valétudinaires, qui, dans la cité, ne se maintiennent qu'à la faveur d'une météorologie tolérante et au prix de précautions minutieuses. Les gros hivers épurent la population avec quelque cruauté. Le fait a été bien constaté en Angleterre ; le mois de décembre 1874 a fait monter la mortalité de Londres à 35 p. 1,000, celle de 17 autres villes à 39, celle de Liverpool à 44, de Bristol à 46, de Salford à 48, de Manchester à 49, de Glasgow à 59 (Lancet, 1876). A Paris, en décembre 1879 et janvier 1880, la mortalité a dépassé 5,000 par mois ; si pareille mortalité durait toute l'année, Paris aurait au moins 60,000 décès et son chiffre de léthalité proportionnelle serait de plus de 30 p. 1000, au lieu de 25, qu'il est moyennement.

Il y a, à cette loi, une exception frappante en ce qui concerne l'enfance (de 0 à 5 ans). Si « le froid est le plus grand ennemi des vieillards », on peut dire que la chaleur est meurtrière aux enfants. Peut-être bien que les nouveau-nés se rangent encore sous la loi commune; tout au moins Lombard a-t-il remarqué qu'ils meurent davantage pendant la saison froide, *surtout dans les pays chauds;* mais, dès le troisième mois, l'influence fâcheuse du froid s'efface et c'est, visiblement, celle de la chaleur qui fait monter la morbidité et la mortalité infantiles. Le fait est mis hors de doute par les nombreuses recherches de Bertillon, Œsterlen, Lombard. Pamard, observant dans l'arrondissement d'Avignon, de 1872 à 1877, constate que la mortalité des enfants au-dessous de cinq ans s'élève de 47 p. 100 au-dessus de la moyenne annuelle, pendant les mois de juillet, août, septembre et surtout dans les communes rurales. A Lille, il y a moyennement 275 décès de 0 à 1 an, par *diarrhée* ou *entérite*, dans les 2e et 3e trimestres, contre 165 dans le 1er et le 4e. Baginsky, à Berlin, Hirsch pour divers lieux, ont reconnu les mêmes faits.

2° **Humidité. Précipitations atmosphériques.** — Cet article continue, à divers égards, celui dans lequel il a été question de la *vapeur d'eau* (p. 290). On devra se reporter d'abord à ce dernier.

Origine de la pluie. — Ce sont les vapeurs de la mer qui fournissent les pluies. Celles du sol peuvent bien former des nuages, mais ne sont pas assez abondantes pour que l'atmosphère ne puisse les tenir en suspension ; au-dessus du sol, dans une région donnée, les abaissements de température ne sont pas assez considérables pour déterminer une surcharge aqueuse de l'air, transformable en pluie.

Les *nuages* ne sont autre chose que des *brouillards* élevés. Les vapeurs aqueuses ne sont visibles, en se précipitant, qu'à la faveur des molécules solides de l'air. En

d'autres termes, c'est à la présence des poussières qu'on doit les brouillards. Aitken (d'Edimbourg) le démontre par l'expérience suivante.

Un ballon de verre de 2 à 3 litres est rempli d'eau jusqu'à son orifice. Si l'on vide l'eau, il se remplit d'air qui est immédiatement saturé de vapeur par le fait de l'eau restée adhérente aux parois. Il suffit de refroidir cet air, qui renferme les mêmes poussières que l'air extérieur, pour voir apparaître un brouillard dans le ballon. Pour cela, on aspire avec la bouche par un tube traversant un bouchon de caoutchouc qui ferme hermétiquement le ballon. Qu'au contraire, on vide le ballon au moyen d'un tube recourbé en siphon et que l'on ne laisse rentrer l'air que par un second tube traversant le bouchon et garni d'un filtre de ouate (qui arrête les poussières), on peut aspirer par le tube siphon sans voir apparaître de nuage intérieur. L'eau se précipite simplement en rosée sur les parois du ballon.

Quand les vapeurs se sont élevées de la surface de l'Océan et qu'à la faveur des courants aériens chauds elles ont pourvu l'atmosphère d'une abondante provision d'eau, invisible ou à l'état vésiculeux (nuages), il suffit que ces colonnes d'air chaud et humide arrivent au voisinage d'une surface froide pour que la condensation et la précipitation aient lieu. De là vient que les vents du large déchargent tout d'abord une partie de leurs vapeurs, sous forme de pluie, sur le littoral, en rencontrant la terre ; qu'ils peuvent passer par-dessus la bande de territoire parallèle au littoral sans y laisser beaucoup d'eau, si le sol ne s'y relève pas d'une façon notable, et qu'ils font de nouveau pleuvoir abondamment dès qu'ils se heurtent à des reliefs accentués de la surface (zone froide) dans l'intérieur des terres. On l'a dit et c'est vrai, quand certaines dispositions d'orientation et de voisinage ne modifient pas cette loi : *la pluviométrie d'une région en reproduit l'orographie.* Les forêts agissent dans un sens analogue.

Dans les contrées à vents périodiques, le régime des pluies est marqué d'avance ; on y attend l'ondée journalière, qui est quelquefois très abondante en raison de la chaleur de l'air qui apporte les vapeurs océaniques et qui s'en est chargé en proportion de sa température.

Dans nos régions, les vents équatoriaux du sud-ouest, chauds et moites, apportent les vapeurs de l'océan Atlantique et la pluie ; les vents polaires de nord-est, pauvres en vapeur puisqu'ils sont froids, ne peuvent nous abandonner d'humidité ; ils nous en prennent, ce sont les vents secs.

Les vents qui soufflent de la Méditerranée vers l'Afrique ne font pas pleuvoir sur le Sahara, parce que la chaleur de la région rend l'air capable de maintenir toute cette humidité et au delà à l'état de vapeur invisible. Mais les montagnes de l'Atlas, au nord du Sahara, en attirent une partie. Comme d'autres montagnes, au sud, dépouillent d'une bonne portion de leur eau les vents venus de l'Atlantique, la zone saharienne reste sans pluie. C'est à cause des montagnes Rocheuses que la vaste région située à l'est de ce massif est également vouée à l'aridité.

Pluviomètres. — On appelle *pluviomètres*, *udomètres* ou *ombromètres*, des appareils destinés à mesurer les quantités de pluie qui tombent annuellement sur un point donné. Celui dont se sert la Société météorologique de France est constitué par

deux vases communicants, l'un cylindrique très large, surmonté d'un entonnoir lui transmettant l'eau de pluie et prévenant son évaporation, l'autre tubulaire, gradué en millimètres et permettant de lire directement la quantité d'eau tombée dans une période connue (Fonssagrives). La plupart de ces instruments donnent des indications au-dessous de la vérité, contrairement aux thermomètres, qui sont presque toujours au-dessus. La force du vent par lequel tombe la pluie, en chassant celle-ci obliquement sur l'ouverture du pluviomètre, tend à diminuer le chiffre que marquera l'instrument. On a remarqué, de plus, que de deux pluviomètres installés à

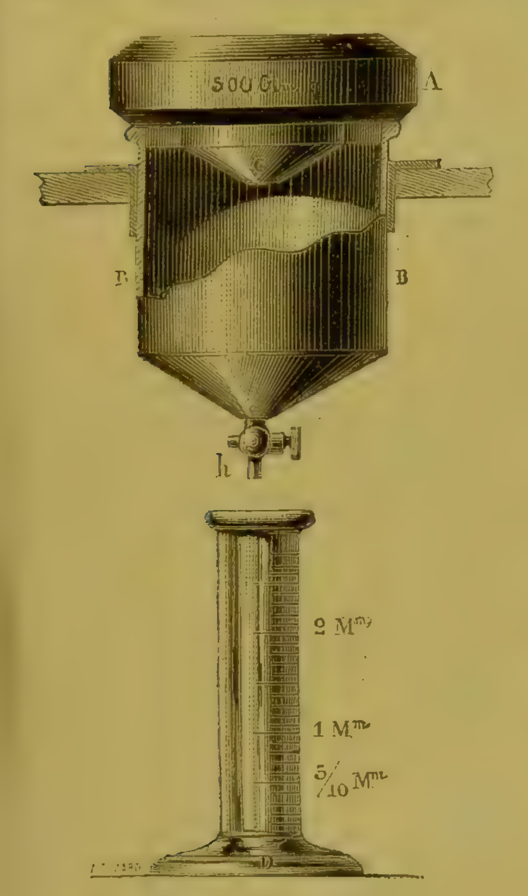


Fig. 58. — *Pluviomètre* (*).

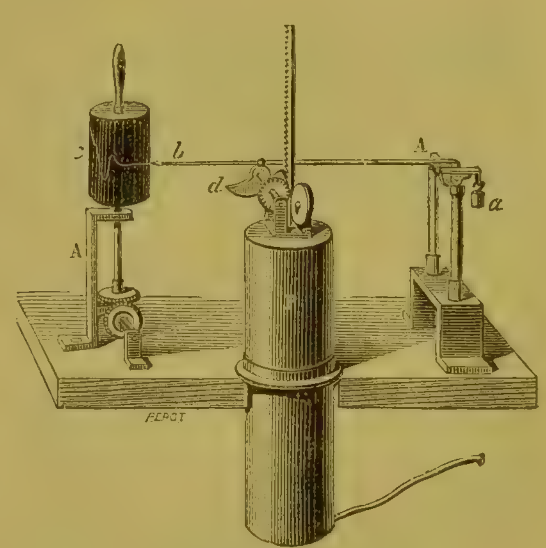


Fig. 59. — *Enregistreur du pluviomètre.*

des hauteurs inégales en un même lieu, l'inférieur donne les indications les plus élevées. La figure 58 représente un pluviomètre ordinaire.

A Montsouris, on se sert de l'udomètre-décuplateur de Hervé-Mangon. Un second udomètre est destiné à l'enregistrement des pluies. La figure 59, empruntée à l'Annuaire de cet observatoire, donne le dessin de l'appareil enregistreur, construit par Bréguet.

Dans le même établissement, on a eu aussi l'idée de recueillir l'eau pluviale, en vue de l'analyse chimique, sur un grand récepteur formé de quatre glaces de près d'un mètre carré de surface, légèrement concaves, convergeant sur une rigole en cristal, et qui fournit 4 litres d'eau par millimètre de pluie.

(*) A, vase dont l'ouverture supérieure, libre, a une surface de 500 centimètres carrés. — B, réservoir du pluviomètre. — C, entonnoir dont l'ouverture inférieure a 1 centimètre de diamètre. — D, cylindre de verre gradué de telle sorte que chacune de ses divisions corresponde à une épaisseur de 1/10 millimètre d'eau sur une surface de 500 centimètres carrés. — *h*, robinet par lequel on peut faire écouler l'eau du réservoir dans le cylindre D.

Moyennes udométriques. — Régime des pluies. — Il y a des écarts sensibles entre les chiffres donnés par les divers observateurs relativement à la quantité annuelle d'eau tombée dans nos régions européennes, où la météorologie compte de nombreux fidèles. Ainsi, la moyenne udométrique de la France est évaluée à 605 millimètres par Levasseur, à 681 par Ch. Martins, à 719 par Vallès, à 770 par Delesse et à 810 par Fonssagrives. Il est donc permis de faire quelques réserves vis-à-vis des chiffres fournis pour les contrées lointaines, par des observateurs encore rares.

Moyenne ombrométrique annuelle (en millimètres).

Suez	28	Kœnigsberg	600
Fort Yuma (Colorado)	75	Breslau	552
Astrakan	124	Berlin	587
Madrid	407	Cologne	628
Coimbre	3,010	Francfort-sur-Mein	624
New-York	1,201	Hanovre	574
Singapoure	2,280	Bergen	2,250
Sierra-Leone	3,195	Seathvaite (Écosse)	3,867
Cayenne	3,301	Gênes	1,400
Vera-Cruz	4,650	Rome	700
Maranhao (Brésil)	7,100	Londres	630
Cherrapoonjee (Indes orientales)	12,520	Saint-Pétersbourg	460

(D'après Hann, Klein, Mohn, Ch. Martins, etc.)

Nous avons nous-même emprunté au travail considérable de V. Raulin les résultats recueillis dans des stations françaises :

France méridionale. Pluie en millimètres.

Agen	679	Le Puy	672
Poitiers	576	Limoges	883
La Rochelle	655	Montpellier	866
Bordeaux	792	Chambéry	1,026
Pau	1,190	Grenoble	972
Toulouse	585	Briançon	522
Bayonne	1,290	Orange	804
Perpignan	529	Marseille	476
Clermont-Ferrand	529	Toulon	721
Chalon-sur-Saône	623	Nice	792
Lyon	681	Cannes	898

France septentrionale. Pluie en millimètres.

Strasbourg	673	Dijon	696
Metz	677	Abbeville	697
Nancy	710	Paris	570
Fort de Joux	1,008	Orléans	634
Besançon	1,062	Tours	562
Lons-le-Saunier	1,016	Saint-Omer	490
Reims	464	Bar-le-Duc	872
Sens	605	Châlons-sur-Marne	585
Cambrai	413	Bourbonne-les-Bains	612
Valenciennes	689	Laon	652
Melun	417	Verdun	809
Versailles	555	Dunkerque	520
Bourges	621	Lille	681
Saint-Dié	1,082	Calais	735
Vesoul	612	Rouen	687
Bourg	982	Fécamp	817

Il ressort de ces tableaux que l'abondance des pluies, toujours notable sur le littoral océanique, augmente dans les régions de haute altitude et diminue généralement à mesure que l'on envisage des zones plus continentales. On peut y voir que, pour la France, la mer intérieure (Méditerranée) n'élève pas sensiblement la quantité d'eau tombée annuellement.

D'une façon générale, la quantité d'eau tombée a son maximum à l'équateur et va en diminuant avec une certaine régularité lorsqu'on s'élève en latitude. Lincoln a exprimé cette gradation dans le tableau suivant où nous conservons la mesure en pouces, afin de ne pas altérer la netteté des proportions :

Pluie annuelle.

Latitude.	Pouces.	Latitude.	Pouces.
0°	100	50°	30
20	80	60	20
30	60	70	10
40	40	80	5

A l'équateur, il y a une zone de quelques degrés (*zone des calmes*) où il tombe tous les jours une large ondée, accompagnée de tonnerre, entre midi et 2 heures. Dans la zone intertropicale, les pluies sont périodiques et ont lieu pendant l'été. La zone sous-tropicale, de 24° à 28°, est aride et presque sans pluies ; c'est la *zone des vents alizés.* La partie chaude, de 28° à 35°, de la zone tempérée a des pluies semi-périodiques d'hiver, peu en été ; la partie moyenne, de 35 à 45°, a les pluies d'équinoxe; sa partie froide, de 45 à 65°, se distingue par la pérennité des pluies avec le maximum d'été. La zone polaire a les hivers secs et de petites pluies estivales, assez fréquentes. Ces zones sont plutôt limitées par les lignes isothermes que par les parallèles.

L'Atlas de Berghaus indique de vastes régions sans pluie ou presque sans pluie, sauf sur les hauteurs ; elles forment une large zone entre 24° et 28° lat. N., comprenant le Sahara, l'Arabie, une partie de la Perse, du Thibet, de la Mongolie. Le centre de la Nouvelle-Hollande constitue une région aride isolée. En France, l'espace compris entre Meaux, Épernay, Troyes, Compiègne, Vendôme, est très peu humecté (40 à 50 centimètres).

Nous avons trois stations montagneuses où la tranche annuelle de pluie dépasse 2 mètres : ce sont les Pyrénées de Gavarnie, les montagnes du Tanargue, entre les sources de l'Ardèche et celles de la Loire; la région des Alpes au nord de Gap. Dans l'année météorologique 1871-1872, il est tombé $2^{m},391$ d'eau à Pont-de-Monvert; $2^{m},413$ à Villefort, $2^{m},600$ à Vialas. Ces trois localités appartiennent au département de la Lozère.

La notion du *régime* des pluies n'a pas moins d'utilité que celle de leur abondance totale. Le régime des pluies comprend la répartition des précipitations aqueuses par saison, par mois, par jour, la quantité d'eau fournie en un temps donné, le nombre de jours successifs de pluie, et quelques autres déterminations moins importantes.

Dans le tableau ci-dessous, de Ch. Martins, la répartition des pluies par saison est indiquée pour l'Angleterre, la France, l'Allemagne et Saint-Pétersbourg, en représentant par 100 la quantité totale d'eau :

SAISONS.	ANGLETERRE (occidentale).	ANGLETERRE (intérieure).	FRANCE. (ouest).	FRANCE. (est).	ALLEMAGNE.	PÉTERSBOURG.
Hiver......	26,4	23,0	23,4	19,5	18,2	13,6
Printemps..	19,7	20,6	18,3	23,4	21,6	19,4
Été.......	23,0	26,0	25,1	29,8	37,1	36,5
Automne..	30,9	30,4	33,3	27,3	23,2	30,5

Fonssagrives évalue à 113 le nombre moyen des jours de pluie en France. D'après Kæmtz, ce nombre serait de 152 jours par an pour l'Angleterre et la France occidentale, 147 pour l'intérieur de la France, 141 dans les plaines de l'Allemagne, 112 à Bude, 90 à Kasan et seulement 60 en Sibérie. La ville de Lille (V. Meurein) a près de 200 jours de pluie, année moyenne; comme, d'autre part, elle ne reçoit pas plus de 700 millimètres d'eau, cette pluie à petites doses, mais répétées sans cesse, donne quelque chose de particulièrement maussade à la physionomie de la cité. Sur d'autres points, il y a parfois des averses d'une singulière générosité: en 1772, à Marseille, une seule averse fournit 325 millimètres: à Joyeuse, le 9 août 1837, en 24 heures, il tomba 792 millimètres d'eau. C'est une pluie semblable qui submergea le village de Goncelin (Isère) et l'engouffra dans un vallon voisin. Celle qui ravagea Saint-Étienne, en 1824, versa à Saint-Symphorien-le-Château 325 millimètres. De Gasparin a noté, à Orange, les précipitations suivantes: le 7 octobre 1820, 153 millim., le 14 septembre 1839, 145 millim.; le 4 octobre 1842, 128 millim.

Comme toujours, et malheureusement, les moyennes ne disent rien de ces faits et même masquent les inégalités de précipitation sur un même lieu, d'une année à l'autre. En 1857, il tomba à Aigues-Mortes 1,067 millimètres d'eau et seulement 251 millimètres en 1867. On ne peut connaître ces écarts que par l'analyse des observations et la multiplication des modes de notation. Ici, plus qu'ailleurs, ce n'est pas tant la quantité annuelle absolue de l'élément météorologique qui intéresse la vitalité humaine que la modalité suivant laquelle il se manifeste.

Des chiffres udométriques élevés n'impliquent pas nécessairement une atmosphère humide ; c'est quelquefois le contraire. Cependant, à n'envisager qu'un seul lieu, les années ou les saisons dans lesquelles prédominent les précipitations aqueuses peuvent passer pour les plus humides, et c'est dans ces circonstances que l'on peut se rendre compte de l'influence des pluies, soit par elles-mêmes, soit par les modifications qu'elles impriment à la température, froide ou chaude. Cet effet indirect mérite la plus sérieuse attention.

Brouillards. — Les brouillards sont une demi-condensation de la vapeur d'eau atmosphérique, qui prend l'état dit vésiculaire. Ils se forment quand il y a peu ou point de vent et que la température des masses atmosphériques dans lesquelles la vapeur pénètre n'est pas notablement plus basse que celle du point où les vapeurs se sont formées. Aussi, sont-ce souvent les vapeurs même du sol qui prennent cet état dans l'air de la surface. A Londres et à Lille, le brouillard est plus opaque qu'ailleurs, à cause de la fumée de charbon. L'explication donnée plus haut, sur la formation des brouillards, fait aisément comprendre cette opacité.

Sur mer, le brouillard s'appelle plus volontiers la *brume*.

Rosée. — *Gelée blanche.* — La rosée n'est autre chose que la précipitation de la vapeur d'eau de l'air à la surface des corps terrestres, refroidis par le rayonnement nocturne. Telle est, du moins, la théorie classique, démontrée par diverses expériences. Le professeur Stockbridge fait remarquer que la température du sol pendant la nuit est habituellement supérieure à celle de l'air et que c'est le premier qui fournit de la vapeur d'eau au second; la rosée serait donc due au refroidissement de l'air et non à celui des corps terrestres. Il est possible que sa doctrine s'applique à certains cas.

La rosée supplée la pluie, — assez incomplètement, — dans quelques régions où celle-ci ne tombe jamais. La limpidité du ciel, favorable au rayonnement terrestre, est une condition pour qu'il se forme de la rosée. Il n'y en a pas non plus par le vent, qui emporte la vapeur avant qu'elle ait pu se précipiter.

Quand le refroidissement du sol est très considérable, la rosée devient gelée blanche. On protège contre celle-ci les jeunes plantes (les pousses de la vigne surtout), au printemps, en les surmontant d'abris ou en allumant des feux de paille dans leur voisinage, non pour les chauffer, mais pour couvrir le ciel de nuages artificiels.

Le *givre* suppose que l'eau s'est abaissée au-dessous de zéro sans se solidifier, avant de rencontrer un corps solide (Jamin). Si même elle a pu s'étendre sur terre avant de cristalliser, c'est le *verglas*.

La *grêle* provient, dit-on, de ce qu'un courant d'air chaud et humide a pénétré dans des régions froides de l'air. Les gouttelettes d'eau cristallisent, roulent quelque temps sans tomber encore, sous la force du vent, gagnent concentriquement de nouvelles couches et enfin sont précipitées.

Sans parler des dégâts causés par la grêle sur les récoltes, les grêlons atteignent parfois une masse suffisante pour blesser les individus qui les reçoivent : on en a vu, à Toul, en 1753 (Montignot et Tressan), de 8 centimètres de diamètre; d'Hombres-Firmas, le 21 mai 1828, en observa qui pesaient 130 et 153 grammes. Les appréciations qui dépassent ces chiffres sont des exagérations.

Quand la vapeur se condense dans un air au-dessous de zéro, on a de la *neige* ou du *grésil*.

Influence sanitaire de l'humidité et des précipitations aqueuses. — Nous plaçons ici ce paragraphe parce que l'humidité de l'air a ses rapports les plus essentiels et les plus étroits avec les précipitations aqueuses et avec la présence des collections d'eau qu'elles alimentent ou entretiennent. Mais il est des circonstances qu'il nous faudra, néanmoins, envisager et dans lesquelles l'origine de la vapeur d'eau atmosphérique disparaît à peu près, au point de vue de l'hygiène; ainsi, l'humidité de l'air dans les habitations.

Influence des pluies. — Les pluies purifient l'atmosphère en entraînant divers gaz étrangers et solubles dans l'eau, une grande quantité de schizomycètes et des poussières de divers ordres. Miquel trouve une moyenne

de 3380 germes par litre de pluie; mais si l'eau est recueillie au début des averses, le chiffre en est beaucoup plus élevé. La neige joue très bien ce rôle d'*épurateur* de l'air, quoiqu'elle retienne moins que la pluie les bactéries sur le sol.

« Le nombre des bactéries aériennes, toujours peu élevé durant les temps pluvieux, augmente pendant la dessiccation du sol » (Miquel). C'est le contraire pour les moisissures, dont les filaments mycéliens croissent très bien dans l'air humide.

La pluie apporte donc aux couches superficielles du sol, à la fois des organismes saprophytes, c'est-à-dire les agents de la putréfaction, et l'eau qui est nécessaire à l'évolution de ce phénomène. Aussi, en purifiant l'atmosphère, peut-elle compromettre le sol et, par la suite, rendre aux couches aériennes en contact avec lui les molécules putrides, si l'on n'a soin de l'écarter par le drainage et de la conduire aux collections dans lesquelles l'eau est inoffensive par le fait qu'elle est en masse.

C'est probablement par cette action sur le sol que s'explique l'exacerbation de l'endémo-épidémie palustre, au Sénégal, en Algérie, *après* les averses ou après un hiver pluvieux, la recrudescence du *typhus exanthématique* (Fracastor, Davidson, Kelsch) en Silésie, en Pologne et dans l'Inde, après les pluies. Les germes respectifs de ces deux maladies et, dans tous les cas, ceux de la putréfaction ont pullulé abondamment dans le sol abreuvé d'eau. Bowditch, aux États-Unis (1862), et Buchanan, en Angleterre, ont attribué à l'humidité du sol, sur le développement de la *phthisie*, une influence qui ne peut guère avoir que cette raison indirecte. Peut-être y a-t-il quelque effet du même genre dans l'exacerbation estivo-automnale (E. Besnier) de la *fièvre typhoïde*.

Au contraire, *pendant* la pluie, la salubrité des milieux est plutôt relevée. En même temps que l'atmosphère est lavée, les pores du sol sont obturés par l'eau, la poussière est supprimée et les microorganismes sont fixés à la surface. Aussi, Casper comparant, pour Paris et Berlin, les mois humides aux mois secs, trouve-t-il la plus lourde mortalité dans les derniers. Lombard (de Genève) a formulé une loi identique pour un ensemble de localités et d'années. Kulenkampff, à Brême (1830-1870), v. Haselberg, à Stralsund (1851-1871), ont confirmé cette loi.

Il faut, toutefois, remarquer que, dans nos contrées, les hivers pluvieux signifient un froid modéré. Par suite, il faut déjà diminuer les causes de mortalité de l'influence banale du froid, qui ne laisse pas que d'être meurtrière.

Le *choléra* est à son apogée, à Calcutta, où il est endémique (Lewis et Cunningham, Pettenkofer), pendant la sécheresse ou plutôt en avril, au commencement des pluies; il diminue de plus en plus, à mesure que les pluies augmentent (juillet, août). C'est à peu près la même chose à Bombay, dans la zone d'épidémicité. Au contraire, à Lahore (même zone), il apparaît avec le maximum des précipitations atmosphériques et disparaît avec la sécheresse. Enfin, à Madras, il y a deux saisons de choléra ; l'une en janvier-février, après les pluies ; l'autre en juillet-août, lorsque les

pluies recommencent à devenir importantes. Selon Soyka, c'est une question d'abondance des pluies et, surtout, de constitution du sol. A Bombay et à Calcutta, où la nappe souterraine est voisine de la surface, les pluies, qui sont considérables, noient rapidement les germes dans les couche perméables. A Lahore, où ces couches sont très puissantes, il est nécessaire, au contraire, que la pluie, d'ailleurs modérée, les humecte pour que les germes puissent fructifier. Madras tient des conditions de celle-ci et des deux autres.

Il est probable que l'influence des pluies n'est souvent ainsi qu'un élément associé à d'autres circonstances étiologiques,

Influence du brouillard. — Le brouillard se formant autour des molécules organiques peut bien être un indicateur de l'abondance des germes fébrigènes dans l'air, comme l'a observé Léon Colin sur les collines romaines. Peut-être contribue-t-il à rabattre ces germes sur les points déclives du sol. Les villes, couvents et bourgades de l'*Agro Romano* sont d'autant plus salubres qu'ils émergent davantage du brouillard matinal.

Les fameuses stations d'altitudes (Davos, Saint-Maurice, etc.), réputées favorables aux phthisiques, se distinguent par un haut degré hygrométrique (85° en moyenne), quoique avec une petite quantité absolue de vapeur d'eau : $2^{gr},428$ par mètre cube d'air, au lieu de $6^{gr},510$ à Pise (Vacher). Mais l'air y est très pur. Il n'y a pas de brouillards et les rayons du soleil passent sans obstacle.

Bien que l'air humide (et surtout saturé) soit un peu plus léger que l'air sec et par conséquent moins riche d'oxygène, il semble que l'on respire malaisément dans le brouillard.

Influence de l'humidité ou de la sécheresse de l'air. — Rappelons qu'il convient, en ceci, de se préoccuper du *déficit de saturation* (Voy. page 294) plutôt que de l'humidité absolue ou même relative.

L'homme perd de la vapeur d'eau par la respiration et par la peau. Cette fonction règle essentiellement la température propre du corps. C'est donc d'abord dans ses influences sur elle qu'il faut envisager l'hygrométricité atmosphérique.

A la température de 15°, l'air inspiré étant à 75 p. 100 de saturation, un adulte rend par les poumons 286 grammes d'eau en vingt-quatre heures. Par la peau, il peut en évaporer de 500 à 1700 grammes. (Voit et Pettenkofer).

On voit tout d'abord que le degré auquel s'élève le déficit de saturation de l'air favorise ou entrave cette perte d'eau et, par conséquent, contribue aussi à régler la température du corps. Ainsi, dans un air chaud et humide, il sera difficile ou impossible à l'homme de perdre de la chaleur par évaporation pulmonaire et cutanée; d'où une situation pénible à supporter. Un air chaud et sec, au contraire, avec un grand déficit de saturation (Reinhard, Deneke), — ou une *faible tension de la vapeur d'eau* (Treille), permet à l'évaporation physiologique de lutter contre l'échauffement de l'économie.

On peut remarquer que l'air d'expiration, toujours saturé, prend d'au-

tant plus d'eau à l'économie que l'air d'inspiration est plus sec ; si celui-ci est déjà chaud et humide, l'expiration ne prendra au corps ni eau ni chaleur.

On peut se mouvoir et agir sans souffrance dans une atmosphère sèche et chaude, comme nous l'avons personnellement éprouvé dans le sud de l'Algérie, à Laghouat. Mais la restitution d'eau par la profondeur peut quelquefois ne pas suivre assez tôt la déperdition par la peau et les muqueuses extérieures (lèvre, bouche, pharynx) ; surtout si la sécheresse succède un peu brusquement à l'humidité. Alors, il y a des sensations désagréables au palais, à la gorge ; l'irritation peut même aller jusqu'à un état inflammatoire, comme dans les expériences de Falk. La peau se crispe, se gerce, est le siège d'une cuisson fatigante. La déperdition d'eau, sensible ou non, entraîne aisément l'anémie, l'amaigrissement, l'usure précoce, à moins d'une restitution alimentaire généreuse.

Le vent sec qui a passé sur l'immensité du Far-West est réputé pour causer des maladies des voies respiratoires sur le littoral Atlantique des États-Unis.

Ch. Amat attribue, en revanche, à l'extrême sécheresse de l'air du Sahara l'immunité cholérique des oasis du Mzab, en 1883. Ce qui ne contredit point la formule de Koch sur le besoin d'humidité auquel est condamné *Komma bacillus*. Il est probable que la sécheresse du sol joue aussi son rôle.

Il est reconnu, d'autre part, que l'air sec froid, même à 30 ou 40 degrés au-dessous de zéro, se supporte sans souffrance, pourvu qu'il n'y ait pas de vent, et sans conséquences sérieuses, si l'hygiène y pourvoit.

Dans les climats humides, chauds ou froids, l'individu et la race paraissent perdre de la fermeté et du ton de l'enveloppe tégumentaire et même des tissus plus profonds ; c'est là qu'on voit les fibres molles, le teint rosé, transparent, les chairs flasques, l'exubérance des tissus blancs, de la trame cellulo-adipeuse, les attributs du lymphatisme. Treille explique par la chaleur humide l'*hydrémie coloniale* des Européens sous l'Équateur.

Du reste, les hygiénistes distinguent avec soin et très rationnellement l'*humidité froide* et l'*humidité chaude*. A première vue, celles-ci exagèrent, l'une les inconvénients du froid, la vapeur jouissant d'un pouvoir conducteur assez élevé; l'autre, ceux de la chaleur. Dans un air humide et froid, le corps est presque impressionné comme par un drap mouillé, auquel il cèderait son calorique ; dans une atmosphère humide et chaude, qui n'a rien à lui prendre, ni chaleur ni sueur, il respire et se meut péniblement; la peau se ramollit et se macère comme sous un cataplasme, selon la comparaison un peu triviale, mais exacte, de Wiel. On éprouve ces sensations dans les étés du littoral africain, dans la saison chaude et pluvieuse (hivernage) du Sénégal et pendant les étés du Delta tonkinois, par une moyenne mensuelle de 26 à 30° dans un air constamment sursaturé (Morand). Cette souffrance de la peau n'est probablement pas étrangère à l'origine de quelques dermatoses exotiques (gale bédouine et autres). Indirectement, la dilatation des pores de la peau et cette macération la rendent éminemment susceptible vis-à-vis des refroidissements brusques, qui

arrivent si fréquemment dans les pays chauds, et d'autant plus aisément que le passage d'une température très élevée (40° par exemple) à une modérée (15 à 20°) constitue un véritable et dangereux refroidissement.

L'*humidité froide* passait autrefois pour jouer un grand rôle dans l'étiologie du *rhumatisme*. Cela n'est guère vrai que des formes chroniques de cette affection. La *bronchite*, la *pleurésie*, la *pneumonie* s'affranchissent peu à peu de cette origine.

Le froid humide n'a pas le rôle capital dans l'étiologie du *scorbut*, comme Lind l'avait cru; mais il est incontestablement un des adjuvants les plus puissants de la cause classique, la privation d'aliments frais.

L'humidité atmosphérique, plutôt la froide que la chaude, peut bien être pour quelque chose dans le développement de la *scrofule*, qui effectivement ne naît pas des atmosphères ensoleillées, mais se plaît sous les ciels brumeux et dans les taudis sans lumière. Pourtant, l'étiologie de la scrofule va se rattacher à celle de la tuberculose et le mauvais air ne sera plus qu'une cause adjuvante.

L'*humidité de l'air de nos habitations*, quand celles-ci sont largement ventilées, comme en été, ne comporte pas d'autres formules que celles qui viennent d'être produites. Il en est un peu autrement quand intervient le *chauffage* artificiel et que la ventilation se restreint d'autant plus que le besoin de lutter contre le froid est plus accentué. La discordance est, ici, assez complète entre les hygiénistes, quoique chacun apporte en faveur de son opinion les arguments les meilleurs que puisse fournir la physique. De Chaumont estime qu'un air qui n'est qu'à 15 à 20 p. 100 de la saturation est incompatible avec la santé. Krieger regarde l'air sec dans les appartements comme prédisposant aux catarrhes respiratoires, au croup et à la diphthérie. En revanche, Lincoln, J. Billings et Cowles et, plus récemment H. Reinhard, affirment que l'air sec est absolument salubre, puisque c'est celui dont on se trouve bien en Amérique (Arizona), dans les déserts africains (Rohlfs, Duveyrier), en Australie (Todd), et même en Sibérie (Middendorf). On a quelque peu négligé, comme le pense Deneke, de tenir compte du déficit de saturation plutôt que de l'humidité relative. Mais, surtout, on n'a point assez remarqué la différence qu'il y a entre l'*échauffement par le soleil* (rayonnement) et le chauffage au moyen de nos appareils, dont quelques-uns chauffent *par contact*, en agissant préalablement sur l'air même de la façon la plus opposée aux conditions naturelles. De telle sorte que l'air de nos appartements est désagréable à respirer, mais pour toute autre raison que pour son état hygrométrique. Nous reviendrons sur ce point, à l'article CHAUFFAGE.

ÉVAPORATION ET ÉVAPOROMÉTRIE. — La plus grande partie des eaux pluviales est évaporée directement par le sol ou transpirée par les plantes. Souvent, la quantité d'eau évaporée en un lieu, est supérieure à celle de l'eau tombée. C'est donc que, d'une part, l'évaporation fait appel à la nappe souterraine et sollicite la montée de ses vapeurs jusque dans l'atmosphère; d'autre part, qu'une partie des vapeurs du sol retombe d'une autre façon que sous forme de pluie dans la région même qui l'a fournie, ou dans son

voisinage immédiat. Autrement, les points qui évaporent plus d'eau qu'ils n'en reçoivent finiraient par se dessécher à fond.

Le chiffre absolu de l'évaporation ne prouve pas plus pour l'humidité du point envisagé que la moyenne hyétométrique. Il semble même que l'évaporation doit être d'autant plus active que l'atmosphère est habituellement moins voisine de son point de saturation. « L'évaporation de l'eau à l'air libre dépend de la température de la surface même du liquide, de la température et de l'état hygrométrique de la couche d'air qui repose à la surface de l'eau, de la rapidité avec laquelle cet air se renouvelle. » (Montsouris). La quantité d'eau que le sol perd annuellement par évaporation directe varie aussi avec la composition du terrain, avec son état hygrométrique et avec la nature des plantes qu'il nourrit.

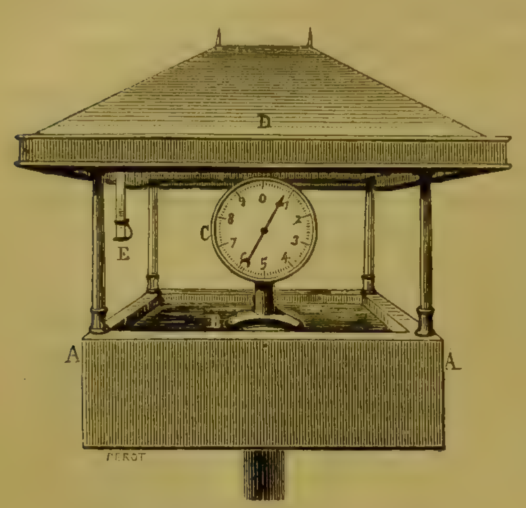


Fig. 60. — *Évaporomètre.*

Comme on pouvait le prévoir, l'évaporation en forêt est à peine moitié de celle qui a lieu dans les terrains découverts (Breitenlohner, Müttrich).

De Gasparin, résumant les résultats qui lui sont communiqués par divers observateurs, formule les moyennes suivantes pour ce qui concerne la France.

Évaporation annuelle en France.

Côtes de l'ouest	685 millim.	Plateau central	869 millim.
France méridionale	2,229 —	Plaines de France	622 —

A l'observatoire de Montsouris, l'on fait usage de l'*évaporomètre Piche*, dont on voit un dessin en E, sous l'abri de l'évaporomètre ordinaire à surface d'eau libre, de Delahaye (fig. 60). L'évaporomètre Piche est formé d'un tube étroit, fermé par une rondelle de papier épais et sans colle que l'on peut renouveler chaque jour, et renversé, la rondelle en bas, de manière qu'elle soit toujours humide ; il est gradué de manière à mesurer au centième de millimètre la tranche d'eau évaporée. Cet instrument peut se suspendre dans des lieux divers et sous des expositions variables. L'évaporomètre ordinaire de Delahaye se compose d'un bassin rectangulaire de 0,25 de mètre carré de superficie, renfermant une couche d'eau de 10 centimètres environ de hauteur et sur laquelle repose un flotteur dont la tige commande une aiguille mobile sur un cadran. Cette aiguille accuse les centièmes de millimètre dans la variation du niveau de l'eau. Le tout sous un petit toit.

3° **Vents. Anémométrie.** — Les vents naissent d'une rupture dans l'équilibre de la densité de l'atmosphère sur des espaces variables ; les colonnes

d'air se précipitent vers le point de moindre densité. Cette rupture a lieu surtout par l'échauffement relatif de l'atmosphère en un point donné ; l'air chaud s'élève, et des courants froids se forment pour le remplacer. Ou bien il y a une large et subite condensation des vapeurs qui pénétraient l'atmosphère dans une certaine étendue ; l'air se trouve raréfié de ce fait sur le point envisagé et « l'aspiration » se produit encore. Fonssagrives indique aussi des vents « par pulsion mécanique », tels que ceux que forment les courants et les mouvements de la mer, le cours des fleuves, l'électricité.

Les causes génératrices des vents sont *générales* ou *locales*. Une cause générale et constante, c'est l'inégalité de température entre l'équateur et les pôles. L'air échauffé dans la zone équatoriale s'élève et va de là, par les régions supérieures de l'air (sauf déviation), remplacer l'air froid du pôle qui, lui-même, s'est précipité dans le vide laissé par la dilatation atmosphérique équatoriale. D'où deux courants *réguliers*, nommés aussi *alizé* et *contre-alizé*, qui, théoriquement, vont du sud au nord et du nord au sud, mais en réalité soufflent du sud-ouest et du nord-est. Cette direction oblique est due à la rotation de la terre de l'ouest à l'est. Une molécule d'air chaud, se soulevant à l'équateur pour se diriger vers le pôle, n'en possède pas moins une énorme vitesse de translation vers l'est. Elle ne rencontrera donc pas le point situé perpendiculairement au nord de son point de départ, mais un lieu situé plus à l'est. De sorte que le vent ne paraîtra pas venir du sud, mais d'entre sud et ouest. Par une raison inverse, la molécule d'air partant du pôle, où la vitesse de rotation est faible, se dirige vers l'équateur où la vitesse est énorme ; elle est en retard, rencontre le point situé à l'ouest de son méridien et semble venir d'entre est et nord.

On a parfaitement ressenti l'existence du courant équatorial supérieur sur les sommets de quelques montagnes intertropicales, sur le pic de Ténériffe, à 4,000 mètres, à Mauna Kea (îles Sandwich), à 6,000 mètres. Son mouvement va en se ralentissant vers le pôle, où il est nul. Il va sans dire que, sur sa route, de même que les courants marins, il se divise et s'infléchit sous l'influence de divers appels ou, au contraire, d'obstacles.

Pour les pays méditerranéens, le froid et violent *mistral* (*magistraou*, le maître), né dans les Cévennes et soufflant du nord-ouest, et le *sirocco*, né dans le Sahara, soufflant du sud-ouest, représentent assez bien l'alizé et le contre-alizé.

A l'équateur, l'alizé du nord-est et celui du sud-est sont séparés par une zone de calmes, d'environ 6 degrés, plus ou moins étendue au sud ou au nord selon les saisons.

Pour les îles Britaniques et les côtes occidentales de l'Europe, le courant aérien, chaud, de sud-ouest, est dû à des causes identiques à celles qui déterminent la direction du Gulf-stream ; le phénomène atmosphérique répète exactement le phénomène océanique.

On connaît sous le nom de *moussons*, dans l'Inde, des vents qui soufflent de nord-est d'octobre en avril (secs) et de sud-ouest d'avril en octobre

(pluies), avec de courts moments d'équilibre aux environs des équinoxes; l'origine de ces vents *périodiques*, que les navigateurs utilisent avec exactitude, est due aux alternances d'échauffement de l'océan Indien et du continent asiatique, selon que le soleil se trouve au-dessus de l'hémisphère austral ou de l'hémisphère boréal. Le vent de sud-est règne pendant toute l'année dans l'hémisphère austral (Kæmtz).

Les vents *étésiens* (de ἔτος, saison) règnent sur la Méditerranée. En été, le courant inférieur est du nord au sud, le courant supérieur du sud au nord. En hiver, le sens est renversé.

Les accidents du relief du sol, en ménageant une inégale répartition de la température entre le sommet et le pied des montagnes, entre les pentes

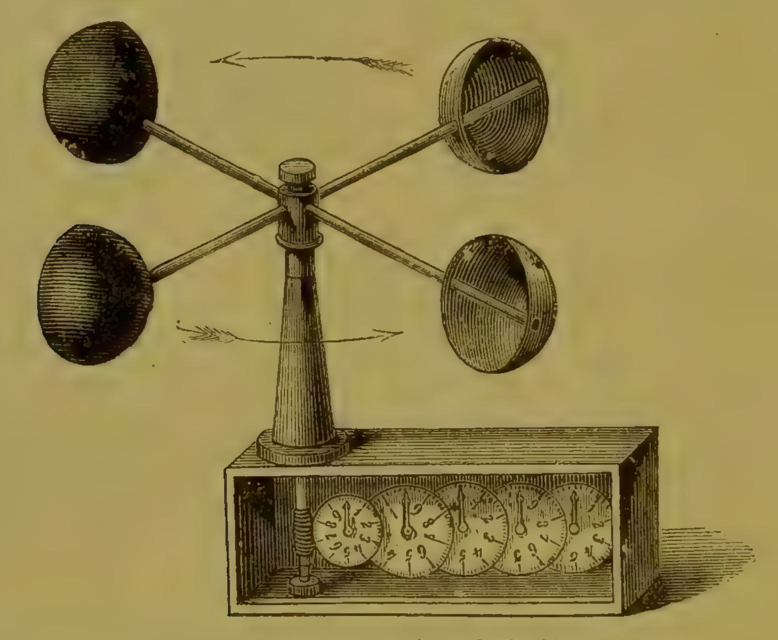


Fig. 61. — *Anémomètre de Robinson.*

et le fond des vallées, entre le versant nord et le versant sud d'une même chaîne, établissent des vents d'origine locale, quelquefois assez réguliers. Tels sont les vents des Alpes connus sous les noms de *thalwind*, *pontias*, *vésine*, *solore* (*solis aura*), *vauderou*, *rebas*, *vent du mont Blanc*, *aloup de vent*. L'*autan*, très froid, souffle des Pyrénées sur le Languedoc. Le *föhn* (*favonius*), en Suisse, fait rapidement fondre la neige.

Sur les côtes, la *brise de mer* (l'eau s'échauffant lentement) souffle de 9 heures du matin à 3 heures de l'après-midi. Après le coucher du soleil, c'est le *vent de terre*.

Marche et vitesse du vent. — Les colonnes d'air se déplacent par un double mouvement de rotation et de translation (Marié Davy). Il se fait en sens contraire de la marche des aiguilles d'une montre. Le tournoiement est particulièrement accentué quand il se forme un coup de vent par le fait d'une abondante condensation de vapeur sur un point du globe; c'est probablement à cette origine que sont dus les ouragans (Wiel et Gnehm), beaucoup plus violents sous les tropiques (*cyclones*, *tornades*) que dans nos latitudes.

Les vitesses ci-dessous indiquées correspondent aux divers degrés d'intensité du vent :

Mètres par seconde.	
$0^m,5$	Vent à peine sensible.
1	— sensible.
2	— modéré.
5,5	— assez fort.
10	— fort.
20	— très fort.
22,5	— Tempête.
27	Grande tempête.
36	Ouragan.
45	Ouragan déracinant les arbres et renversant les maisons.

Les observations météorologiques mesurent la *vitesse* du vent à l'aide de l'*anémomètre Robinson* (fig. 61), qui fonctionne d'une façon permanente et au moyen d'appareils électriques à courants interrompus, communique avec un cylindre enregistreur. L'anémomètre Combes, dont il sera question plus loin (article *Ventilation*), pourrait servir à la rigueur à mesurer la vitesse des courants faibles. Pour les vents forts, on a quelquefois recours à des appareils, d'une exactitude suffisante dans ces cas exceptionnels, fondés sur ce principe que le refoulement du liquide dans l'un de deux vases communiquants fait monter ce liquide dans l'autre. Cette ascension peut servir de mesure à l'énergie de la pression extérieure. L'anémomètre de Lind (fig. 62) est construit d'après cette idée.

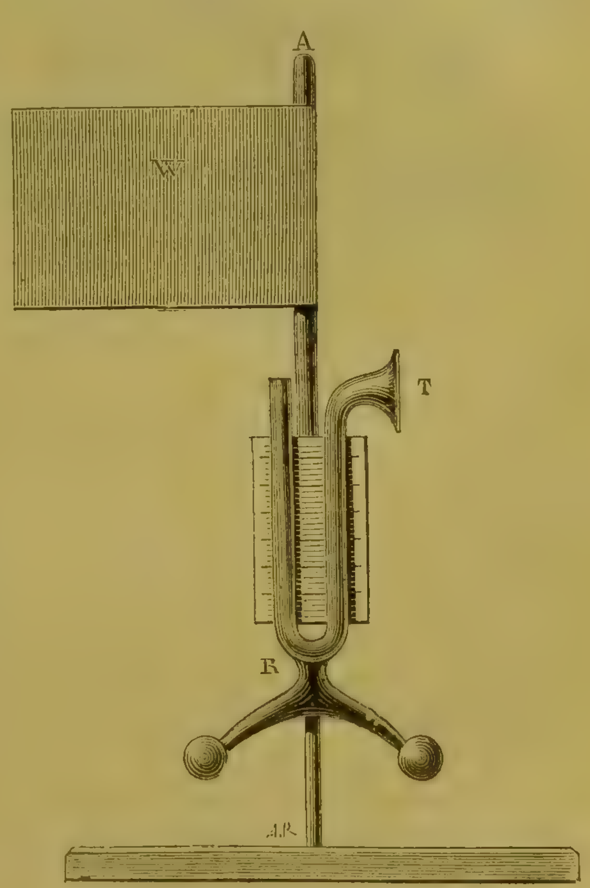


Fig. 62. — *Anémomètre de Lind* (*).

La *direction* du vent est inscrite d'une façon continue à l'aide d'appareils enregistreurs. A Montsouris, on s'est servi d'abord de l'enregistreur Hervé-Mangon ; actuellement, l'instrument en usage est une modification de celui-ci, dont la figure 63 représente le mécanisme enregistrant.

Le tableau ci-dessous indique, pour divers pays, le nombre de jours sur 1000 pendant lesquels le vent souffle d'une des directions suivantes :

(*) La girouette W, sous l'action du vent, fait tourner l'axe A de telle sorte que le courant s'engouffre par l'orifice de la trompe T. Il agit dès lors sur le liquide contenu dans le tube recourbé R, l'abaisse dans la branche de droite et le fait monter d'un certain nombre de degrés dans la branche de gauche.

PAYS.	N.	N.-E.	E.	S.-E.	S.	S.-O.	O.	N.-O.
Angleterre	82	111	99	81	111	225	171	120
France	126	140	84	76	117	192	155	110
Allemagne	84	98	119	87	97	185	198	131
Danemark	65	98	100	129	92	198	161	156
Suède	102	104	80	110	128	210	159	106
Russie	99	191	81	130	98	143	166	192
Nord-Amérique	96	116	49	108	123	197	101	210

En France, la direction moyenne des vents est S. 88°-N.; en d'autres termes, la résultante de tous les courants aériens partirait d'un point de l'horizon situé exactement à 2 degrés au sud de l'ouest.

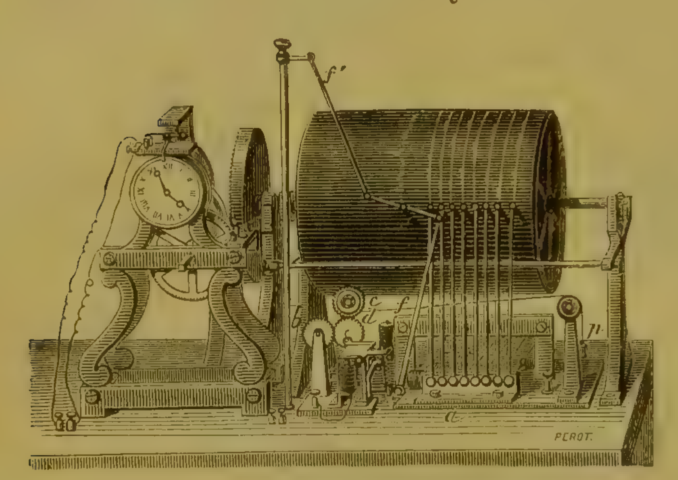


Fig. 63. — *Anémographe.*

Force du vent. — Un vent modéré, qui parcourt de 20 à 30 milles à l'heure, exerce une pression de 2 à 4,5 livres sur un pied carré (32 à 48 kilomètres; 1300 à 1,900 grammes sur 9 décimètres carrés). Un vent fort, avec une vitesse de 60 à 70 milles, possède une pression de 18 à 24,5 livres par pied carré.

Influence sanitaire du vent. — Le vent favorise l'évaporation et la perte de calorique du corps humain. L'effet est moindre, si l'air est en même temps humide.

De même, le déplacement de l'air refroidit davantage, si le corps est en sueur; aussi, le creux de la main est-il plus sensible au vent que le dos.

Les « *courants d'air* » sont fort redoutés du vulgaire. Ce n'est pas absolument sans raison; mais le terme ne représente rien d'absolu. Un courant d'air est un déplacement d'air qui produit une sensation désagréable; mais le même courant qui est agréable aux uns, en raison de leurs dispositions, peut être désagréable à d'autres, au même moment et au même lieu. Ce qui est fâcheux de la part du courant d'air, c'est le *refroidissement* local. Le courant d'air n'atteint, en effet, qu'une portion limitée du corps. Cela se passe dans les appartements et sur des gens immobiles; au dehors, la mobilité individuelle empêche que la même partie soit constamment frappée par le vent. On ne dit pas qu'il y ait des courants d'air dans la campagne.

Les vents brassent l'air et assainissent les points suspects en diffusant leur atmosphère dans la masse générale. Ils déterminent la sécheresse ou la pluie, comme on l'a vu, et par conséquent, caractérisent les climats.

Le vent est un ventilateur naturel que l'on peut utiliser commodément par l'ouverture des fenêtres ou au moyen d'appareils qui seront décrits plus loin. Les rues des villes ont besoin de ces grands souffles pour n'être pas vouées à la stagnation atmosphérique.

Il est douteux que les vents transportent bien loin les germes morbides. On dit, depuis longtemps, qu'une colline, un rideau d'arbres, protègent les habitations placées sous le vent d'un marais. Cette tradition aurait peut-être besoin d'être revue. Bryden soutenait que le vent est un des principaux moyens de propagation du choléra; Murray, de Renzy, Pettenkofer, Hirsch, ont ruiné cette opinion.

Associés à l'humidité, au froid ou à la chaleur, les vents peuvent entrer dans l'étiologie de quelques maladies banales. Port a constaté que la fréquence du *rhumatisme articulaire* dans la garnison de Munich croît comme la vitesse du vent.

4° **État du ciel. Nébulosité. Luminosité.** — L'air atmosphérique, et particulièrement l'air humide, arrête une fraction très notable des rayons solaires qui nous sont destinés, et les nuages en interceptent une autre fraction au moins aussi grande en moyenne. Cependant, A. de Candolle et les agriculteurs modernes ont démontré que la lumière, dont on connaît depuis longtemps l'influence décisive sur la transpiration des végétaux et sur la réduction de l'acide carbonique par eux, peut dans de certaines limites suppléer à la chaleur vis-à-vis de la végétation. Il faut à un grain de blé, pour mûrir, plus d'heures à Skibotten (69°, 28′ lat. N.) qu'en Alsace, dans la proportion de 2500 heures contre 2000 environ. Mais si l'on multiplie chacun de ces chiffres par celui des moyennes thermiques respectives, on obtient pour Skibotten 26,600 et pour l'Alsace, 29,000. C'est donc la lumière qui a compensé la chaleur. Qui ne sait que la vigne mûrit ou ne mûrit pas sur l'isotherme de 10°, ou même sur l'isothère de 18°, selon que le ciel de la région n'est pas ou est habituellement brumeux, couvert, nuageux?

La lumière opère sur les animaux des actions chimiques fort voisines de celles qu'on observe dans le règne végétal. Elle colore, brunit la peau des humains, comme elle donne aux fleurs l'éclat et aux fruits les tons de la maturité. Elle densifie la fibre et contribue à la plasticité des liquides en circulation dans le corps, comme elle assure aux fruits la saveur, aux fleurs le parfum. Dutrochet, Béclard, Moleschott, ont constaté que l'absorption d'oxygène et l'exhalation de CO^2 suivent les mêmes lois chez les infusoires et les grenouilles que chez les plantes. Bidder et Schmidt ont même retrouvé le fait chez des mammifères : la perte d'eau, spécialement, est double à la lumière de ce qu'elle est dans l'obscurité. Tous les rayons n'ont pas la même action chimique (P. Bert). Mais, dans tous les cas, c'est la lumière *solaire*, et non d'autres, qui atteint au maximum d'effet. Il ne faut pas confondre cette action avec celle de la chaleur, car des hommes s'étiolent dans la chaleur obscure.

On a remarqué la beauté et l'harmonie des formes chez les habitants des pays ensoleillés; la vigueur des campagnards au teint hâlé par rapport aux citadins à peau transparente; la bonne santé des détenus de New-Jersey, dont les cellules s'ouvrent au sud, et l'anémie de ceux de Trenton, dont la prison regarde le nord. Il y a, certainement, dans la différence de

luminosité des régions, une des meilleures explications de la prédominance des affections scrofuleuses et rachitiques des pays riverains, brumeux, par rapport aux régions continentales, plus sèches, plus froides, mais à atmosphère limpide.

Par dessus tout, la lumière est le milieu naturel de l'œil humain (les félins préfèrent l'obscurité). C'est en pleine lumière que cet organe acquiert toute sa puissance et garde sa rectitude fonctionnelle; c'est avec une lumière insuffisante ou fausse qu'il s'affaiblit et se perd. Nous insisterons ailleurs sur ce point.

Les modernes commencent à formuler cette loi : que la lumière solaire est antipathique à la vitalité des microorganismes, ces ennemis des êtres supérieurs. Duclaux l'a fait ressortir en expérimentant sur *Tyrothrix scaber;* Arloing, en montrant que *Bacillus anthracis* cesse de se multiplier dans ses bouillons, au bout de deux heures d'exposition au soleil de juillet.

Or, la *nébulosité* de l'atmosphère modifie sa *luminosité;* la vapeur d'eau, les brouillards, en la diminuant; les *nuages*, en la diminuant en général, mais en l'augmentant par réflexion des rayons solaires pour quelques points particuliers.

Formes des nuages. — On y attachait autrefois quelque importance. Howard a distingué trois formes : les *cirrus*, les *cumulus* et les *stratus*, auxquelles on a ajouté des formes associées : *cirro-cumulus*, *cumulo-stratus*, etc., et les *nimbus*.

Le *cirrus* (*queue-de-chat* des marins) se compose de filaments déliés dont l'ensemble ressemble tantôt à un pinceau, tantôt à des cheveux crépus, à un réseau délié.

Le *cumulus* ou nuage d'été (*balle de coton* des marins) se montre souvent sous la forme d'une moitié de sphère, reposant sur une base horizontale. Quelquefois ces demi-sphères s'entassent les unes sur les autres et forment ces gros nuages accumulés à l'horizon, qui ressemblent de loin à des montagnes couvertes de neige.

Le *stratus* est une bande horizontale qui se forme au coucher du soleil et disparaît à son lever.

Sous le nom de *cirro-cumulus*, Howard désigne ces petits nuages arrondis, moutonnés, qui font dire que le ciel est *pommelé*.

Les nuages sont moins compromettants que la brume pour la luminosité; s'ils interceptent la lumière pour les lieux qu'ils couvrent de leur ombre, ils renvoient en revanche une partie des rayons solaires aux lieux voisins, de telle sorte que ceux-ci peuvent en recevoir plus qu'il ne leur en serait parvenu par un ciel pur et sans nuages. A Paris, c'est en décembre ou novembre que nous recevons le moins de lumière : le quart ou le tiers de celle qui nous arriverait si le ciel était pur. C'est en juin et juillet que nous en recevons la plus forte proportion; environ les deux tiers.

Notation de la nébulosité. — Les météorologistes inscrivent le degré de nébulosité par un chiffre pris entre 0 et 10; 0 pour le ciel sans nuages, 10 pour un ciel entièrement couvert. On comprend d'avance la signification des chiffres intermédiaires et aussi leur peu de précision.

Actinométrie. — L'actinométrie a pour objet la mesure de l'*intensité* des rayons qui émanent du soleil, de l'atmosphère ou des objets terrestres.

On emploie depuis longtemps, en vue de déterminer la luminosité atmosphé-

rique, des instruments appelés *photomètres*, d'autres dits *cyanomètres* (permettant d'apprécier le degré de coloration bleue du ciel). A Montsouris, indépendamment de ces appareils, dont quelques-uns sont aussi enregistreurs, on se sert de l'*actinomètre à thermomètres conjugués* (fig. 64), qui se compose de deux thermomètres semblables et à réservoirs sphériques, renfermés chacun dans une enveloppe de terre dans laquelle on a fait le vide. Mais l'un des réservoirs a été noirci au noir de fumée : l'autre est nu, de sorte que les deux instruments ne marchent d'accord que dans l'obscurité. Dès que le jour s'élève, et même dans les jours où le ciel est complètement couvert, le thermomètre à boule noircie B marque toujours une température T plus élevée que celle t du thermomètre à boule non noircie A. La différence T — t est la première approximation du degré actinométrique. — Les Annuaires de Montsouris renferment les tables des degrés actinométriques *calculés* pour l'heure de midi et pour les latitudes de 52° à 51°, à la date du 1er, du 11 et du 21 de chaque mois; on doit en rapprocher les degrés actinométriques *observés*.

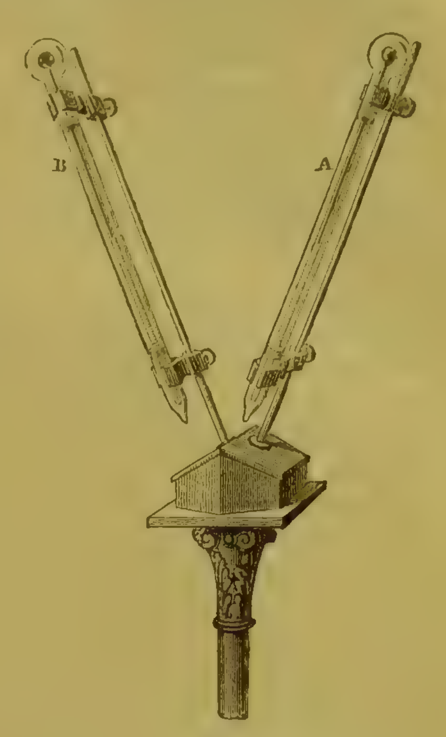


Fig. 64. — *Actinomètre à thermomètres.*

5° **État électrique**. — L'électricité atmosphérique se relie particulièrement aux températures élevées et se prête à des observations plus régulières sous les tropiques que vers les pôles. Dans la zone tempérée, les orages se font plus rares et se succèdent sans régularité; du 70e au 75e degré de latitude, ils sont d'une rareté extrême.

L'air est le plus habituellement chargé d'électricité positive; le phénomène est à son maximum par les ciels clairs et dans l'air tranquille; on observe passagèrement l'électricité négative dans les orages, par les temps nuageux, ou quand la neige se forme. Le globe terrestre possédant l'électricité négative, il se fait probablement entre l'air et lui des échanges inaperçus. Les observateurs de Montsouris ont constaté qu'il y a moyennement deux *minima* électriques, vers 9 heures du matin et 3 heures du soir, et deux *maxima*, vers midi et 9 heures du soir. Il y a probablement plus d'électricité en haut qu'en bas. Renou met en rapport avec la formation des orages le décroissement de la température à mesure qu'on s'élève dans la verticale.

Influence sanitaire de l'électricité. — De même que les observations sur l'électricité atmosphérique elle-même ne sont ni nombreuses ni précises, de même les rapports de cet agent avec la santé ou les maladies sont vagues et mal connus, sauf en ce qui concerne les accidents traumatiques dont il sera parlé tout à l'heure. A voir la suractivité que les phénomènes électriques impriment à la végétation et qui se traduit, en particulier, par

l'exubérante végétation des tropiques, on peut penser que les modalités de la vie animale ne restent point indifférentes à cette influence. Pourtant, tout ce que l'on en sait aujourd'hui se résume à peu près dans les malaises qu'éprouvent les individus nerveux, les malades, les convalescents, à l'approche des orages ou pendant leur explosion, et dans la perturbation morale qu'ils provoquent chez les personnes impressionnables (Fonssagrives).

D'après les recherches de Lombard, « la morbidité est en raison de la tension électrique. »

On est plus fixé sur les accidents produits par la chute de la foudre et les désastres causés par les phénomènes météorologiques dont l'électricité de l'air est l'origine.

Fulguration. Passage des trombes. — Les coups de foudre, comme les orages mêmes, ont leur plus grande fréquence en été. Dove a établi, en outre, que la chute de la foudre a lieu plus souvent dans le jour que dans la nuit, dans la proportion de 72,12 à 4,27 ; du lever du soleil à midi, on en compte 10,32 ; du coucher du soleil à minuit, 12,95. Les orages venus de l'ouest sont plus dangereux que ceux de l'est.

La moyenne des orages étant aux environs de 20 par an pour la France, l'Angleterre et l'Allemagne, Boudin a trouvé une moyenne de 72,7 décès par fulguration en France, 22 en Angleterre, 7,38 en Saxe, 9 en Suède, 3 en Belgique. Un document administratif portant sur les années 1854-1857 indique une moyenne de 27,75 décès de cette source en Prusse. Il y a toujours un certain nombre de blessés en même temps que des tués ; mais la proportion relative des uns et des autres ne suit aucune loi. Il n'y a pas plus de régularité dans la succession des chiffres annuels de décès. En 1806, il n'y a qu'un individu tué en France ; en 1819, il y en a 20 (Arago). Le 11 juillet de cette même année, un seul orage à Châteauneuf-les-Moutiers tue 9 personnes et en blesse 82.

Les hommes sont plus frappés que les femmes ; c'est un fait sur lequel insistait Boudin, qui paraissait y voir une réelle immunité pour le sexe féminin et n'admettait pas que les habitudes plus extérieures du sexe masculin fussent une explication suffisante. Dans le document prussien cité plus haut, il y a pour quatre années 184 hommes tués et 105 femmes, 136 hommes blessés et 86 femmes. Étaient à travailler aux champs 68 p. 100 hommes, 32 p. 100 femmes ; sous des arbres 71,91 p. 100 hommes, 28,09 p. 100 femmes ; sous des bâtisses 56,80 hommes, 43,20 femmes. Il est certain qu'il est dangereux de s'abriter sous des arbres isolés ; ainsi s'expliquent les accidents communs sous les peupliers, qui d'ordinaire, à la campagne ou sur les routes, sont espacés les uns par rapport aux autres. Il n'y a pas d'essence que la foudre affectionne particulièrement ; les chênes, que le peuple accuse plus volontiers, n'ont été frappés que 14 fois dans un relevé de 41 arbres fulgurés, dû à Cohn. Le réel danger consiste à être dans le voisinage des pointes et des corps métalliques ; les armes de guerre sont probablement une des raisons pour lesquelles la foudre tombe assez fréquemment sur les camps (Roth et Lex). Les observations de Sonrier au camp de Châlons (mai 1869), de Morin à Corneto (décembre 1869), de Goguel au camp de la Valbonne (1876), ont mis cette relation en évidence.

Il est digne de remarque que les accidents de fulguration soient extrêmement rares dans les grandes villes (Boudin).

Les *trombes*, si elles vont rarement jusqu'à occasionner mort d'hommes, peuvent entraîner des blessures graves par la chute des arbres, des murs, des édifices

mêmes, qu'elles renversent sur leur passage. Elles intéressent toujours indirectement la vie humaine par les dégâts matériels qu'elles causent en quelques instants et qui diminuent d'autant la fortune publique ; d'ailleurs ce sont des phénomènes de ce genre qui, dans des latitudes plus rapprochées de l'équateur, sous les noms de *cyclones*, *typhons*, *tornades*, entraînent d'effroyables sinistres maritimes.

Tout orage, dit Faye, est la résultante de deux mouvements, l'un de translation rapide sur une trajectoire immense (à ouverture tournée vers l'est) l'autre de giration plus rapide encore autour d'un axe vertical. Ce dernier mouvement est descendant; la force vive, l'électricité et le froid se trouvent dans les régions supérieures et ne se trouvent que là ; une trombe descend et rencontre le sol par l'extrémité amincie de son entonnoir ; elle manifeste par des dégâts, des brisements, la destruction de force vive avec laquelle elle arrivait. C'est le froid des régions supérieures, la tension électrique et cette force de giration qui expliquent la grêle. En France, ces grands orages marchent du S.-E. au N.-O. Celui du 13 juillet 1788 (Tessier, Buache, Leroi), qui étendit ses ravages de la Touraine à la Flandre et à la Hollande ; celui du 28 juillet 1835, rapporté par Lecoc, de l'île d'Oléron au Puy-de-Dôme ; un autre du 10 octobre 1839, étudié par Élie de Beaumont ; la trombe de Châtenay, en juin 1839, la trombe de Malaunay et Monville, le 19 août 1845, celle du 10 juillet 1855, dans le Doubs, ont été de réelles castastrophes pour les pays qu'ont traversés ces météores et ont, à juste titre, attiré l'attention des savants.

État ozonique (Voy. plus haut, page 196).

6° **Pression atmosphérique**. — Il est de science vulgaire que l'atmosphère a moyennement, au niveau de l'Océan, le même poids qu'une hauteur de mercure de 760 millimètres; qu'elle pèse, par conséquent, de 1033 grammes sur une surface d'un centimètre carré et de plus de 20,000 kilogrammes sur le corps d'un adulte de moyenne taille, dont la surface représente environ 20,000 centimètres carrés. Cette pression est d'ailleurs générale, extérieure et intérieure, ce qui la rend insensible, et quand elle vient à augmenter ou à diminuer, l'équilibre ne cesse pas entre la pression du dehors et celle du dedans; s'il fléchissait, même dans d'étroites limites, les accidents les plus graves en résulteraient tout d'abord.

Ce n'est pas cette pression absolue, dans les conditions normales, qui offre de quoi retenir l'attention de l'hygiène. Tout l'intérêt de ce point, et il est considérable, est dans les *variations* plus ou moins étendues, plus ou moins rapides, par lesquelles passe la pression atmosphérique selon les circonstances.

Ces variations sont d'ailleurs *par excès* ou *par défaut*.

Variations barométriques de peu d'étendue. — Il y a lieu d'envisager, sous ce titre, les circonstances dans lesquelles l'homme passe, en un temps assez court, par des variations de pression en plus ou en moins n'excédant pas 15 ou 16 centimètres, soit que l'homme en se déplaçant aille au devant de ces changements barométriques, soit que les phénomènes météorologiques les lui imposent d'eux-mêmes, sur place, et d'une façon indépendante de sa volonté.

Ces derniers comprennent les *oscillations barométriques* normales et l'*iso-barométrie*. Les autres se présentent dans les ascensions de médiocre étendue (au-dessous de 1,800 à 2,000 mètres), ou, inversement, à l'occasion du séjour des individus, des ouvriers ordinairement, à quelque profondeur dans le sol, au-dessous du niveau de la mer. On peut joindre aux considérations relatives à l'ascension de faibles hauteurs celles qui s'adaptent au séjour permanent des humains sur des points du globe d'une altitude modérée (au-dessous de 2,000 mètres).

On sait que la pression diminue d'environ 1 centimètre par 105 mètres d'élévation et augmente de la même quantité par l'abaissement égal, en profondeur.

Hauteur et oscillations du baromètre en un même lieu. — On a dit que les oscillations du baromètre en un même lieu intéressent peu ou point la santé humaine : les météorologistes notent avec soin ce phénomène; mais, autant il a de valeur pour la prévision du temps, autant il est peu instructif pour les médecins. Marié-Davy estime que l'hygiène pourrait se passer de cette observation. Toutefois cette formule est exagérée. Nos moyens ne manquent peut-être que d'une suffisante délicatesse d'appréciation. H. Smith (de New-York) pense que, quand le baromètre descend brusquement après avoir été très haut, les vaisseaux périphériques se dilatent et les viscères sont stimulés; d'où des anévrysmes miliaires, des congestions, etc. L'influence peut d'ailleurs être indirecte et s'exercer sur les échanges gazeux entre le sol et l'air extérieur (A. Vogt, Fodor).

C'est entre les tropiques que les oscillations *périodiques* du baromètre sont le plus manifestes; le mercure descend de 10 h. du matin à 4 h. du soir, et monte de 4 h. à 11 h., pour redescendre de 11 h. du soir à 4 h. du matin et remonter jusqu'à 10 h. L'amplitude de ces oscillations *diurnes* atteint 2 millimètres.

Sur l'année, le baromètre descend de janvier à juillet, au nord de l'équateur, et remonte de juillet à janvier. La différence est de 2 à 4 millimètres.

Contrairement à ce qui est des oscillations diurnes, l'amplitude des oscillations *mensuelles* croît avec la latitude, sauf pour les climats marins (zone ouest), où les oscillations sont d'ailleurs plus grandes que dans l'est.

Pour les latitudes élevées, les oscillations *accidentelles* du baromètre, sous l'action des vents froids et secs (hausse), ou chauds et humides (baisse), sont assez marquées pour masquer les oscillations *régulières*, à moins d'une observation continue.

Les oscillations *annuelles* et *journalières* du baromètre traduisent simplement l'échauffement (par suite, la raréfaction) de l'air sous l'influence du soleil. Au lever du soleil, le mercure monte parce que l'air chaud des régions qui ont eu le soleil avant nous vient presser sur notre atmosphère; le maximum est vers 9 heures. A ce moment, notre air aussi s'écoule par échauffement; le baromètre descend; minimum vers 4 h. — Dès lors, il remonte parce que les régions qui ont encore le soleil nous envoient

leur air; il y a un nouveau maximum vers 10 ou 11 h. du soir. Puis il redescend jusqu'à 4 h. du matin (nouveau minimum).

Pour la même raison les minima annuels sont en été, les maxima en hiver. L'équilibre de pression n'existant jamais sur la terre, le baromètre permet jusqu'à un certain point la prévision du temps.

Les lignes *isobarométriques* passent par les lieux d'égale *oscillation mensuelle* du baromètre. Kæmtz entend par ce mot la différence entre le *maximum* et le *minimum* de chaque mois. La France est située entre l'isobarométrique de 27^{mm},07 au nord et celle de 18^{mm},05 au sud; celle de 22^{mm},56 passe un peu au nord de l'embouchure de la Loire et traverse le continent en se relevant toujours vers le nord.

Amplitude moyenne des oscillations barométriques, pendant l'année, l'hiver et l'été, en divers lieux (Kæmtz).

VILLES.	LATITUDE.	LONGITUDE.	ANNÉE.	HIVER.	ÉTÉ.
			mm	mm	mm
Batavia	6°,12' S	104°,33'	2,98	2,80	2,71
Calcutta	22 ,34 N	86 ,8	8,28	6,81	9,05
Le Caire	30 ,2	28 ,58	9,25	12,73	4,74
Rome	41 ,53	10 ,7	17,15	22,92	9,93
Marseille	43 ,18	3 ,1	17,69	23,08	17,44
Dijon	47 ,19	2 ,41	19,13	25,49	11,44
Vienne	48 ,13	14 ,2	20,53	26,78	13,02
Munich	48 ,8	8 ,13	20,73	27,25	13,94
Prague	50 ,5	12 ,4	21,54	27,32	14,66
Paris	48 ,50	» »	23,66	30,45	17,17
Moscou	55 ,46	35 ,12	24,05	31,31	15,59
Berlin	52 ,31	11 ,1	25,24	33,07	17,33
Bruxelles	52 ,31	2 ,1	25,65	32.64	18,90
Londres	51 ,31	2 ,20	27,88	35,15	20,32
Pétersbourg	59 ,56	27 ,58	29,24	36,93	19,97
Stockholm	59 ,21	15 ,42	29,87	37,97	22,11

Dépression en pays de montagnes. — Nous nous servons ici de l'expression « pays de montagnes » en y attachant le sens restreint que les climatologistes modernes lui ont réservé depuis les travaux de Lombard, Jourdanet, P. Bert. *Montagnes* est différent d'*altitudes*; le premier terme s'applique aux hauteurs inférieures à 1,800 ou 2,000 mètres ; le second au niveaux plus élevés. Bien qu'artificielle, cette distinction est d'une extrême importance. On a encore distingué les régions *Alpestres*, de 1,300 à 1,800 mètres, des régions *Alpines*, à plus de 1,800 mètres. En rapportant ces limites à la pression atmosphérique, on voit que nous ne parlons que de dépressions ne dépassant pas 15 à 20 centimètres.

L'impression que les faibles hauteurs, dit P. Bert, produisent sur le voyageur qui vient y séjourner quelque temps, est généralement favorable. Il doit y avoir d'abord une tendance à la diminution de l'oxygène contenu dans le sang, mais l'accélération de la respiration et de la circulation vient, selon toute apparence, apporter une compensation suffisante. Ces accélérations sont réelles, ainsi que le prouvent les observations de Jaccoud sur Saint-Moritz (Engadine) et de Vacher sur Davos (Grisons). La respiration devient même plus ample, « de manière à mettre en jeu certaines régions paresseuses du poumon qui, dans les conditions ordinaires, ne prennent qu'une très faible part à l'expansion inspiratoire; ces régions

sont les parties supérieures des organes. » Armieux a constaté que la circonférence thoracique des infirmiers employés à Barèges gagne de 2 à 3 centimètres par le séjour de ces hommes à une hauteur de 1,270 mètres. Or, cette augmentation d'amplitude du thorax a une valeur décisive, puisque Gréhant a fait voir que le coefficient de ventilation étant 0,060 pour des inspirations de 300 centimètres cubes, il devient 0,159 pour des inspirations de 600 centimètres cubes, c'est-à-dire de beaucoup plus du double pour des inspirations doubles. La rapidité plus grande de l'irrigation des tissus par le sang doit d'ailleurs, d'une part, compenser le léger déficit de l'oxygène (dont la tension est moindre), d'autre part, diminuer par une sorte de lavage la proportion des déchets organiques retenus dans les tissus.

Jourdanet avait dit que, sous l'influence d'une médiocre dépression barométrique, le dégagement d'acide carbonique (simplement dissous) est bien supérieur à la perte d'oxygène (retenu par affinité chimique). P. Bert estime, en effet (tout en regardant CO^2 comme plus combiné que dissous), qu'à 1,500 mètres CO^2 diminue dans le sang, dans la proportion de 3 volumes sur 40. Cette diminution, quoique légère, atténue d'autant les effets stupéfiants de l'acide carbonique sur les tissus. De plus, comme il y a moins de CO^2 pour saturer les bases du sang, celles-ci restent plus largement pour neutraliser l'acide lactique résultant du fonctionnement du système musculaire et nerveux, et qui, comme on sait, est un agent redoutable pour l'intégrité des fonctions organiques. Peut-être que l'alacrité des montagnards et la disposition au mouvement des voyageurs à des niveaux modérés trouvent leur explication dans le fait qu'indique là le savant physiologiste.

Il y a encore quelques autres raisons du bien-être des voyageurs dans ces conditions et où la pression atmosphérique n'entre pour rien : la satisfaction du déplacement, l'abandon des occupations fastidieuses ou malsaines de la vie ordinaire, les objets nouveaux et curieux, l'exercice, le bain de grand air, etc. Ces circonstances doivent compter pour beaucoup, car les habitants mêmes de la montagne n'éprouvent pas à un aussi haut degré le bonheur de vivre à quelque mille mètres au-dessus des autres hommes. Les voyageurs jugent un peu trop aisément des montagnards par les guides et les chasseurs de chamois, gens préparés de longue main par un entraînement dans lequel se fait probablement une sélection naturelle, sévère.

La *pneumonie* et la *pleurite* sont fréquentes dans les montagnes (Lombard); l'*Alpenstich* en est une variété traditionnelle. L'*emphysème*, l'*asthma montanum*, résultent volontiers de l'acte de gravir. Tous les modes de l'inflammation sont familiers aux hauteurs, même modérées.

La *fièvre typhoïde*, à peu près inconnue sur l'Engadine, où la population est rare, reparaît dans les cités mexicaines de l'Anahuac.

Corval relève, dans la statistique fort bien faite du grand-duché de Bade, les résultats suivants en ce qui concerne la *léthalité phthisique* à diverses hauteurs :

Groupes.	Décès phthisiques pour 1000 habitants.
I. De 330 à 1000 pieds	3,3
II. De 1000 à 1500 —	2,7
III. De 1500 à 2000 —	2,5
IV. De 2000 à 2500 —	2,7
V. De 2500 à 3000 —	2,3
VI. Au-dessus de 3000 pieds	2,1

Ses recherches portent sur quatre années, et le tableau reproduit ci-dessus embrasse à la fois les villes et les villages. Il compare en outre le duché de Bade à quelques autres pays d'une population modérée, et trouve encore une supériorité décisive pour les pays de hauteurs.

Mortalité phthisique (d'après Œsterlen).

	Sur 100,000 habitants.	Pour 1000 décès généraux.
Canton de Genève	240	117
Bavière	370	130
Belgique	370	164
Flandre orientale	460	196
Bade	310	102,5

D'où il conclut que la phthisie diminue comme la hauteur augmente.

La *phthisie* disparaît presque complètement au-dessus de 1,300 mètres en Europe, au-dessus de 2,000 mètres au Mexique et dans les Andes ; au témoignage d'Albert, à Briançon (1,305 mèt.), de Brugges à Samaden, en Engadine (1,742 mèt.). C'est là, selon la théorie de Jourdanet, le bénéfice de l'*anoxyhémie* des hauteurs, qui exclut la tuberculose, comme le fait l'anémie, la chlorose commune, l'anémie des régions polaires.

On sait que cette circonstance a fait créer des stations alpestres pour la cure de la phthisie ; ainsi, Davos et Saint-Moritz en Suisse, Denver (Colorado) aux États-Unis. Hirtz a pensé que ces stations conviennent surtout à la phthisie héréditaire, torpide, sur tempérament lymphatique. Vacher estime que les heureux effets de Davos sont dus : 1° au manque d'humidité (absolue, non relative) de l'atmosphère à cette hauteur (1,650 mèt.); 2° à la dépression barométrique (627 millim.), qui, en outre de l'accélération de la respiration et de la circulation, *désoxygénise le sang* (diète respiratoire). Au lieu de 297 milligrammes d'oxygène, à Paris, un litre d'air n'en contient plus, à Davos, que 252 milligrammes. Les résidants de Davos sont également indemnes de phthisie. Selon Fuchs, à Brotterode, dans le Thüringerwald, les décès phthisiques n'atteignent pas 1 p. 100 ; Brehmer assure que la phthisie est inconnue à Görbersdorf, en Silésie. Cependant ces localités ne sont qu'à 1,840 et 1,700 pieds (soit à 600 mètres environ).

Il est bon de ne pas oublier, tout en tenant compte des théories, que l'air des montagnes est plus pur d'imprégnation organique que celui de la plaine ; il est, a-t-on dit, *aseptique* (Voy. p. 328). Cela suffit pour guérir la phthisie, selon Brown-Séquard, et peut-être pour légitimer ce que l'on raconte vulgairement de la supériorité sanitaire des populations de montagnes. Enfin, cette supériorité aurait besoin d'être étudiée de plus près qu'on ne le fait en littérature. J'inclinerais à attribuer une part de la résistance physique des montagnards à leur sobriété, à l'habitude des privations, à la lutte incessante contre un sol abrupte et peu fertile, contre un ciel inclément. Mais ce sont des vertus forcées, et il ne semble

pas, dans la réalité des choses, que la montagne fasse précisément appel au développement de la population. En France, les départements montagneux sont les moins peuplés; les Basses-Alpes et les Hautes-Alpes n'ont que 20 à 21 habitants par kilomètre carré. A vrai dire, il existe de ce fait regrettable d'autres raisons encore que la faible pression atmosphérique, en supposant que celle-ci intervienne.

Les villes de *collines*, aux environs de 200 mètres, sont les plus salubres de toutes, dit Fonssagrives. Au-dessus et jusqu'à 500 ou 600 mètres, la salubrité est encore remarquable. Il est à croire que cette heureuse condition dépend de la nature et de la configuration du sol plus encore que de l'atmosphère et, si l'air y est bon aussi, c'est plutôt parce qu'il est pur, libre et mouvementé, que pour le fait d'une densité inférieure à la normale.

Compression faible. — Il se trouve, à la surface du globe, de rares points où le sol, d'ailleurs habité, est à plusieurs mètres au-dessous du niveau de la mer (lac de Tibériade, mer Morte). On n'a pas noté de conséquences biologiques dépendant de cette situation sous une colonne atmosphérique un peu plus lourde que d'habitude.

Dans quelques mines, où des ouvriers travaillent à 400 mètres et plus, au-dessous du niveau des mers, l'augmentation de pression paraît devoir être positive et de quelque importance. Chose remarquable, des observations directes ont porté certains auteurs à nier cette augmentation et à affirmer que la pression est, au contraire, amoindrie au fond des mines. Cette question sera reprise dans l'HYGIÈNE SPÉCIALE. Pour le moment, nous posons en fait que la pression est augmentée comme la théorie veut qu'elle le soit. Mais, dans les conditions actuellement envisagées, les quelques centimètres ajoutés à la pression normale ne semblent pas avoir jamais été un élément considérable dans l'insalubrité du travail des mines. On va retrouver l'influence de l'air comprimé dans des circonstances où son rôle sera facile à préciser.

VARIATIONS BAROMÉTRIQUES DE GRANDE ÉTENDUE. — Cet énoncé est le titre d'une vaste étude sur le terrain de laquelle l'hygiène et la thérapeutique se sont rencontrées, et où elles ne marchent avec sûreté que depuis peu, à la lumière de la physiologie.

La question se présente, comme tout à l'heure, sous deux aspects. Elle comporte d'un côté les *grandes dépressions*, telles qu'elles se réalisent dans les ascensions d'altitudes au-dessus de 2,000 mètres, et chez les habitants des régions situées à ces hauteurs, ou telles que les vont chercher les aéronautes ; de l'autre la *compression à plusieurs atmosphères*, sous laquelle s'opèrent quelques-uns des travaux les plus audacieux que le génie humain ait tentés, sous laquelle aussi la thérapeutique essaye de réduire des maladies rebelles aux moyens ordinaires.

I. **Grandes dépressions. Altitudes. Aérostation.** — Le baromètre, d'après Jourdanet, ne marque plus que 59 centimètres à 2,016 mètres d'élévation verticale; 55 à 2,575; 52 à 3,022 ; 49 à 3,495; 46 à 3,998; 43 à 4,535; 40 à 5,111; 36 à 5,950; 31 à 7,141; 28 à 7,951; 24.8 à 8,840. L'air

est donc de moins en moins dense à mesure qu'on s'élève. Cependant sa composition reste sensiblement la même et la proportion du gaz vivifiant, l'oxygène, ne varie pas d'une façon notable. Un fait considérable s'est produit, en même temps qu'un certain nombre d'autres, mais que celui-ci domine : *la tension de l'oxygène a diminué de la même façon que la pression atmosphérique;* de telle sorte qu'elle s'abaisse aux 2/3, à la moitié, au tiers, etc., de la tension normale. (Voy. page 298, pour la consommation d'oxygène par la respiration).

En rapportant la quantité d'oxygène à ce qu'elle serait sous la pression de 760 millimètres, P. Bert a trouvé les chiffres ci-après.

Altitude.	Pression.	Oxygène pour la pression de $0^m,760$.	Oxygène dans le sang.
2500 mètres.	$0^m,560$	15,4 p. 100	17,40 p. 100
4000 —	0 ,450	12,4 —	15,9 —
6000 —	0 ,340	9,3 —	12,0 —
8000 —	0 ,250	6,9 —	9,9 —

« Dans l'air confiné, à des pressions inférieures à celle d'une atmosphère, la mort des moineaux arrive lorsque la tension de l'oxygène est représentée par un chiffre qui oscille entre 3 et 4. » (La tension peut être exprimée, à la pression nor-normale, précisément par le chiffre qui indique la proportion centésimale ; sous des pressions différentes, elle devient le produit de la proportion centésimale par le rapport de la pression avec la pression normale $\frac{O \times P}{76}$. A la pression normale, l'air est également irrespirable pour les moineaux quand il ne renferme plus que 3 ou 4 p. 100 d'oxygène). Les moineaux en expérience présentent, sous la diminution de pression : 1° l'augmentation du nombre des respirations ; 2° l'abaissement de température ; 3° des convulsions précédant la mort. D'une façon plus générale : « *en vase clos, aux pressions inférieures à une atmosphère, la mort survient lorsque la tension* $O \times P$ *de l'oxygène de l'air est réduite à une certaine valeur qui est constante pour chaque espèce, ou qui du moins oscille dans de faibles limites autour d'une moyenne* (4,4 pour les chats adultes ; 3,6 pour les moineaux ; 2,5 pour les cochons d'Inde ; 2,2 pour les chats nouveau-nés). »

Relativement aux gaz du sang, les expériences ont donné cette loi qui a une grande importance en face des résultats de Fernet : « *Quand la pression diminue, la quantité des gaz contenus dans le sang diminue également, mais en proportion un peu moindre que celle qu'indiquerait la loi de Dalton; le sang perd ainsi relativement plus d'oxygène que d'acide carbonique.* »

La mort des animaux soumis à la dépression en vase clos n'est point due à l'acide carbonique, car il s'en produit d'autant moins que la pression est plus faible. D'ailleurs, dans bon nombre d'expériences, on l'a fait absorber au fur et à mesure de sa production par une dissolution de potasse. Mais l'air n'est pas totalement dépourvu d'oxygène, quand l'animal succombe ; bien s'en faut : il en reste 12,15 et jusqu'à 17 p. 100. Une seule chose est devenue absolument insuffisante, la tension de cet oxygène.

Dans une série d'autres expériences, on a augmenté la proportion centésimale d'oxygène de l'air employé dans le même rapport que la pression diminuait, de façon à maintenir une valeur constante à l'expression $\frac{O \times P}{76}$; c'est-à-dire que, pour la pression d'une demi-atmosphère, on composait un air à $2 \times 20,9$ p. 100 ou 4,18

d'oxygène. Dans ces conditions, l'animal n'éprouve aucun trouble. Mais si l'on abaisse la pression sur cet air suroxygéné, la mort arrive néanmoins chez les moineaux lorsque la tension de l'oxygène n'est plus qu'aux environs de 3,6, bien que la proportion d'oxygène dans l'air mortel représente 40 et même 60 p. 100. Inversement, lorsqu'on fait passer de l'oxygène sous la cloche dans laquelle un animal va mourir par suite de la dépression, il se rétablit immédiatement. C'est une expérience que P. Bert a faite en grand sur lui-même et sur Crocé-Spinelli et Sivel ; l'expérimentateur se plaçait sous la cloche et, en respirant par un tuyau embouché sur un sac rempli d'un air extrêmement riche en oxygène, pouvait supporter sans malaise des dépressions considérables. Dans l'une de ses expérience, P. Bert est arrivé à une pression minima de 248 millimètres, correspondant à plus de

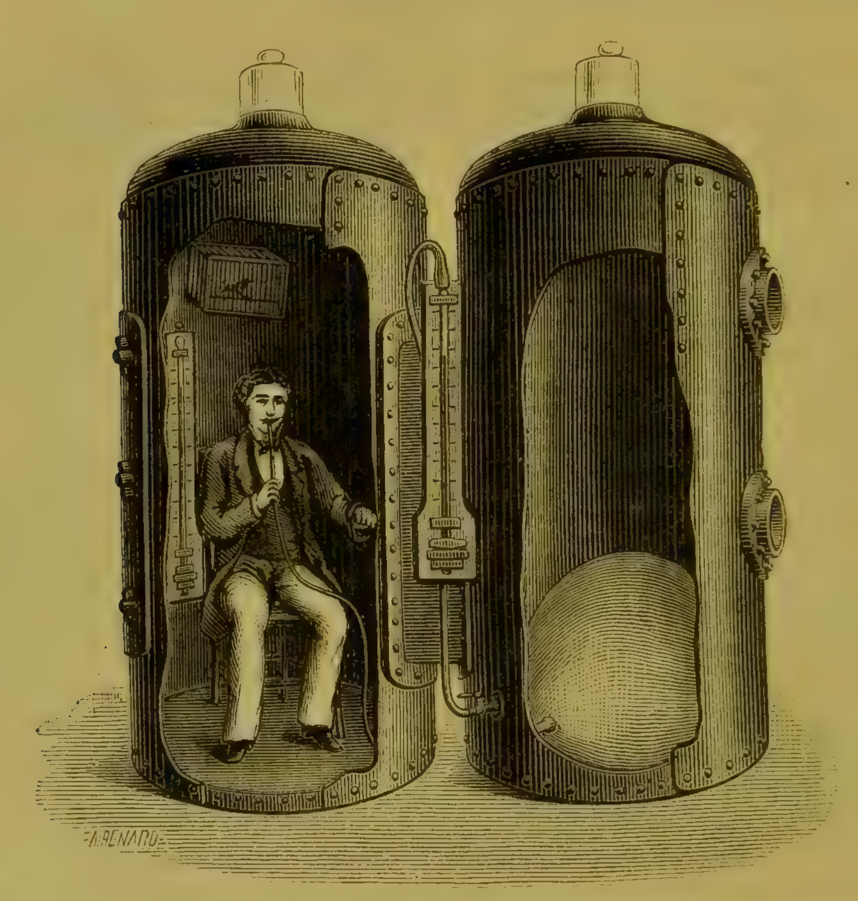


Fig. 65. — *Cloche à dépression.*

8,800 mètres de hauteur, et il pensait qu'il eût pu supporter une dépression plus grande encore. La figure 65 représente le dispositif employé.

Quand on n'abaisse pas la pression jusqu'au degré mortel, la *respiration* et le *pouls* s'accélèrent chez les animaux en expérience, comme chez les *ascensionnistes*. Les oiseaux *vomissent*. Il y a des hémorrhagies nasales et pulmonaires, du ballonnement du ventre, de l'*apathie*, de la *stupeur*. La *nutrition* faiblit ; il se produit moins de CO^2 et d'urée qu'à la pression normale. La température baisse.

Indépendamment des populations qui vivent d'une façon continue aux grandes altitudes et dont il sera question tout à l'heure, des hommes se sont mis volontairement (en général par amour de la science) dans l'air raréfié : les voyageurs des sommets, ajoutant à l'effet de la dépression

la fatigue de gravir et le vertige des hauteurs; les aéronautes, chez qui le caractère de la dépression est d'arriver brusquement.

Les voyages de Bouguer et La Condamine au Pichincha (4,800 m.), de Humboldt (1802) et de Boussingault (1838) au Chimborazo (6,000 m.), l'ascension du Mont-Blanc par Saussure, le 3 août 1787 (assez souvent répétée de nos jours); les traversées de l'Himalaya par Moorcroft, Victor Jacquemont (1830), Huc, ont fait connaître ces étranges malaises nommés, selon les lieux, *puna*, *paramo*, *soroche*, *bies*, *bootie*, *mal de montagnes*, et diversement interprétés, mais qu'il faut rapporter d'abord à la raréfaction de l'air aux grandes hauteurs.

De même, les aéronautes Robertson, Zambeccari, Biot et Gay-Lussac, Glaisher et Coxwell (qui s'élevèrent peut-être à 11,000 m.), Crocé-Spinelli et Sivel, ont témoigné du malaise que l'homme éprouve au delà de 5,000 ou 6,000 mètres, et du danger qu'il y a d'affronter la hauteur de 8,000 mètres, jusqu'à ce qu'un jour (15 avril 1875), le *Zénith*, quoique muni de ballonnets d'oxygène pur, déposa à terre les cadavres de ces deux derniers, en compagnie de Gaston Tissandier mourant.

Nature et causes du mal des altitudes. — Les troubles se répartisent sur les diverses fonctions, de la façon suivante:

a. Digestion. — La soif exagérée, le dégoût des aliments, la difficulté de déglutition, les nausées et les vomissements sont signalés dans le plus grand nombre des relations. La diarrhée s'est présentée rarement.

b. Sécrétions. — Quelques voyageurs ont accusé la suspension des urines et des excrétions intestinales. Quand, au contraire, la sueur est exagérée, dans l'ascension laborieuse d'une montagne, la rudesse de l'exercice musculaire suffit à expliquer cette diaphorèse.

c. Respiration. — C'est la fonction le plus constamment intéressée. Elle devient fréquente, pénible, anxieuse. L'amplitude des inspirations accompagne-t-elle cette fréquence incontestée ? c'est un point à revoir. Lortet dit non; Jaccoud et Armieux penchent vers l'affirmative. L'exhalation d'acide carbonique, plus active aux faibles altitudes, subit une diminution très marquée à 3,500 mètres (Mermod, Marcet).

d. Circulation. — L'accélération du pouls est également constante. On l'observa même dans les plus modestes ascensions, en le comptant, bien entendu, après un long repos. « Mon cœur allait un train de chemin de fer », dit mistress Henderson. Aux grandes hauteurs, cette accélération du pouls se traduit en battements dans les tempes, bourdonnements d'oreilles, palpitations extrêmement désagréables. Armieux est le seul qui indique une diminution des pulsations (à Barèges, 1,270 m.). A l'accélération du pouls s'ajoute l'irrégularité, le dicrotisme, la dépressibilité. Le système veineux accuse la réplétion, l'état congestif. Il y a des hémorrhagies, moins communes qu'on ne le dit, cependant (P. Bert), par les muqueuses nasale, pulmonaire, intestinale, les conjonctives, le conduit auditif. D'autres fois, en sens inverse, c'est la syncope qui se produit.

e. Locomotion. — La fatigue, l'inertie, le brisement (*coup aux genoux*) se présentent parmi les premiers signes. Et c'est bien à la hauteur qu'est due

cette impuissance musculaire, car elle se manifeste même quand on ne cherche plus à gravir ou qu'il s'agit simplement de porter un fardeau. Mistress Hervey a éprouvé des convulsions, fait rare.

f. Innervation. — La céphalalgie est un phénomène ordinaire. Puis les sens, l'ouïe, le goût, l'odorat et même la vue, sont plus ou moins obscurcis et affaiblis. Il y a une grande prostration du corps et de l'esprit, que les voyageurs déguisent sous le nom de somnolence, ou au contraire une excitation de mauvais aloi se fait jour, comme il est arrivé à des aréonautes.

Quelques ascensionnistes (et Saussure lui-même) ont eu, dans l'air raréfié des sommets, ces hallucinations qualifiées de *ragle* et auxquelles Vercoutre assimile les *hallucinations panoramiques*, que l'on a dans l'air également dilaté du désert.

Ces phénomènes se succèderaient dans l'ordre suivant (P. Bert) : au début, sensation de fatigue inexplicable, respiration courte, anhélation rapide, battements de cœur violents et précipités ; dégoût pour la nourriture ; puis, bourdonnements d'oreilles, angoisse respiratoire, éblouissements, vertiges, faiblesse croissante, nausées, vomissements, somnolence ; enfin affaissement, obscurcissement de la vue, hémorrhagies diverses, diarrhée, perte de connaissance. Telle est la série ascendante des symptômes. La mort en a été parfois la terminaison.

L'insistance dans les mouvements, la course, augmentent l'intensité de ces symptômes ; le repos les calme. Le vent, même modéré, les exaspère. Ils sont plus accentués encore dans les points de la montagne où l'air se renouvelle difficilement, les « *couloirs* », où l'on ne voit plus rien, et il arrive qu'au-dessus de ces passes mal famées les voyageurs se meuvent avec aisance. Tout le monde n'est pas atteint au même niveau ni au même degré ; quelques-uns échappent une fois, qui souffriront étrangement à une nouvelle ascension, et inversement. Les habitants du pays, les guides mêmes, ne sont pas épargnés ; il est arrivé qu'ils fléchissaient plus tôt que les étrangers. Les animaux (chevaux, mules) prennent leur part des accidents. Sur nos Alpes, il faut toucher à la ligne de fusion des neiges pour éprouver le mal des montagnes ; dans les Andes, il commence bien au-dessous des neiges perpétuelles ; mais la limite de celles-ci est bien plus élevée dans les Andes qu'en Europe. En général, plus cette limite est haute, plus il y a de chances que l'on tolérera l'ascension à de grandes altitudes.

L'effort fait pour gravir hâte l'apparition du mal de montagnes, mais n'en est pas la source ; les cavaliers souffrent plus tard que les piétons, mais ils souffrent ; les aréonautes peuvent s'élever impunément à de plus grandes hauteurs que les touristes, mais ils finissent par rencontrer l'altitude où la tolérance prend fin. Chez ceux-ci, la brusquerie de l'ascension compense d'ailleurs le bénéfice résultant de la nullité de la dépense de force musculaire. On a aisément remarqué que le mal de montagnes éclate moins vite quand le voyageur est parti d'un lieu déjà élevé, ou que la faible inclinaison des pentes l'oblige à mettre un temps assez long à s'élever à de grandes hauteurs (Himalaya). Le excursions préalables en pays de montagnes con-

fèrent jusqu'à un certain point l'immunité aux alpinistes pour le jour où ils ont décidé de couronner un sommet.

La cause essentielle, on pourrait presque dire unique, du mal de montagnes, est celle qu'avait merveilleusement entrevue le jésuite Acosta, celle que, de notre temps, Jourdanet a indiquée avec une rare justesse d'intuition physiologique, à la détermination de laquelle il a voué ses travaux et sa fortune, et que P. Bert, avec l'aide matérielle et morale de Jourdanet, a établie définitivement sur les bases scientifiques de l'expérimentation. C'est *la raréfaction de l'air* et, par suite, la diminution de la tension de l'oxygène, l'insuffisance absolue du gaz comburant dans l'air, mais surtout dans le sang, la désoxygénation des globules sanguins, la dépression de la nutrition des tissus et de toutes les fonctions vitales, l'asphyxie. Tout le reste est accessoire, comme la *fatigue*, le *froid;* ou bien c'est la création d'un esprit incomplètement renseigné. Ce dernier cas est celui de certaines théories à couleur scientifique, aussi bien que des conceptions naïves des peuples à l'endroit des esprits malfaisants, des émanations minérales et des fleurs à parfums vénéneux.

Lortet (1869) accuse l'abaissement de la température produit par le fait de gravir; Dufour, la fatigue ; Colin (d'Alfort), l'expansion des gaz de l'estomac et de l'intestin par diminution de la pression extérieure. Pour d'autres, cette dépression dilate les gaz du sang et pousse aux ruptures capillaires, ou encore détruit la fixité de la tête du fémur dans la cavité cotyloïde. Gavarret signalait l'accumulation de CO^2 dans le sang. De Humboldt, de Saussure, Boussingault, trouvaient moins d'oxygène sur les hauteurs qu'en plaine. Il n'y a qu'une faible part de vérité dans chacune de ces opinions. Il y a assez d'oxygène dans l'air des hauteurs, et ce sont les combustions organiques qui en règlent l'absorption par le sang (Pettenkofer, Voit, Pflüger) ; mais ces combustions sont d'autant moins actives que la tension de l'oxygène est plus faible. Un adulte absorbe par jour, au repos, 575 litres d'oxygène, pesant 822 grammes à la pression ordinaire ; mais à Mexico, sous la pression de 585 millimètres, ce volume ne pèse plus que 638 grammes.

L'augmentation de *fréquence* des inspirations, qui s'observe chez les ascensionnistes, n'existe pas chez les habitants permanents des hauteurs. D'ailleurs elle ne servirait à rien, puisque ce n'est pas l'apport d'oxygène qui règle son absorption par le sang, mais la tension de ce gaz et l'activité des combustions organiques. L'augmentation d'*amplitude* des inspirations ne semble pas plus certaine et ne ferait pas davantage compensation à la raréfaction de l'air. Jourdanet avait donc raison de dire : « Une ascension au delà de 3,000 mètres équivaut à une désoxygénation du sang » (*anoxyhémie*), et Léon Coindet, à l'époque de l'expédition du Mexique, allait un peu vite en déclarant que la compensation respiratoire s'établit rapidement sur le plateau de l'Anahuac.

Prophylaxie. — La plupart des précautions que l'on a prises jusqu'aujourd'hui contre le mal des altitudes, et qui sont, à vrai dire, les plus simples, ne s'adressent guère qu'aux circonstances adjuvantes : « se prémunir contre le froid, se nourrir convenablement, réduire à leur minimum les efforts musculaires, s'exercer à des ascensions préliminaires et au séjour prolongé dans les régions élevées, aller camper la nuit qui précédera la

grande ascension aussi haut que possible, ne point se hâter sur les pentes rapides, couper l'ascension par des haltes fréquentes, manger peu et souvent » (P. Bert); s'abstenir de parler, de chanter, de fumer (G. Lèques). Mais ce ne sont là que des palliatifs; le but capital à atteindre est de compenser la raréfaction de l'air, l'insuffisance de tension de l'oxygène. L'éminent physiologiste qui avait donné à Crocé-Spinelli et Sivel l'agent de leur salut, s'ils avaient su s'en servir à temps, n'a pas craint de se mesurer avec ce problème; il s'agit d'emporter de l'oxygène, comprimé dans des appareils solides, pour les courtes expéditions; de se munir de l'outillage nécessaire pour en produire à volonté, quand on séjourne sur les hauts plateaux du Pamir, du Thibet, du Ladak. Ainsi, le sommet du mont Everest, la plus haute montagne du globe, ne sera plus inaccessible, puisque ses 8,840 mètres d'élévation correspondent à la pression de 248 millimètres, qu'un homme de courage a supportée sans encombre. — Mais il vaudrait mieux, peut-être, abaisser les limites de la curiosité scientifique.

Habitants des hauteurs. — Des êtres vivants, plantes, oiseaux, quadrupèdes, familles humaines, peuplent des régions très élevées des deux mondes. De même que le niveau des neiges perpétuelles s'abaisse de l'Équateur aux pôles, de même les animaux, et les végétaux dont ils vivent, affrontent des altitudes de plus en plus considérables à mesure qu'on passe des contrées tempérées aux latitudes tropicales. Nous n'avons, en France, qu'un village au-dessus de 2,000 mètres; dans l'Amérique centrale et méridionale, des millions d'hommes vivent à des altitudes bien supérieures.

En Europe, Saint-Véran dans les Hautes-Alpes, et Soglio, dans les Alpes Rhétiennes, deux pauvres villages, à 2,050 mètres, sont les points les plus élevés où l'homme séjourne en permanence. On ne saurait guère ranger parmi les centres de population les hospices des Alpes, comme le Grand Saint-Bernard (2,470 mètres), où des espérances spéciales retiennent quelques moines pendant un petit nombre d'années.

Dans les Montagnes-Rocheuses, Central-City est à 3,460 mètres sur les flancs de Long's Peak.

Mais, plus au sud, en Amérique, un grand nombre de villes importantes sont bâties à plus de 2,000 mètres d'altitude : Mexico (2,290 m.), Santa-Fé de Bogota (2,560 m.), Quito (2,910 m.) avec 60,000 habitants, Cuzco (3,470 m.), Micuipampa (3,620), la Paz (3,720 m.), Puno (3,920 m.), Tacora (4,170 m.), Potosi, qui eut autrefois plus de 100,000 habitants (4,165 m.), Portugalete (4,290 m.), Cerro de Pasco (4,350 m.). Au Pérou et en Bolivie, la plus grande partie de la population habite au-dessus de 3,000 mètres. Des villages, des métairies, sont à des niveaux plus élevés encore que les villes. L'homme se livre néanmoins, sur ces hauteurs, à des manifestations de force et d'activité; il y a des mines en exploitation à Chouta (4,480 m.), à Huancavelica (4,655 m.), à Villacota (5,042 m.), selon Pissiz. Un chemin de fer, d'Aréquipa à Puno, traverse la Cordillère à 4,460 mètres de hauteur; celui du Callao à la Oroya présente à son point culminant un tunnel situé à 4,760 mètres.

Les habitations permanentes dans l'Himalaya ne sont pas à de moindres hauteurs. La capitale du Thibet, Leh, est bâtie à 3,505 mètres; Muglab, Kibar, à 4,150 mètres et 4,220 mètres, d'après les frères Schlagintweit. Le village de Chushul, le plus élevé de l'Himalaya, est à 4,390 mètres, le monastère bouddhique de

Haule, à 4,610 mètres. Il y a des villages plus élevés encore, qui ne sont habités que dans la belle saison. En été, les troupeaux vont paître jusqu'à 5,000 mètres. Le Mirza, envoyé au Thibet en 1869, signale même un village, Thok-Djalandk, à la hauteur extraordinaire de 4,980 mètres.

A ces hauteurs, l'homme n'est pas moins entouré de nombreux animaux privés ou sauvages, de yaks, de lamas, d'oiseaux, d'insectes. Le condor plane hardiment jusqu'à 7,000 mètres, c'est-à-dire jusqu'aux environs de la dépression à 31 centimètres, à laquelle les oiseaux de nos pays, y compris les rapaces, titubent, vomissent, etc. Il est vrai que, dans les parages fréquentés par les grands vautours, les pâturages où vivent les troupeaux qui doivent fournir à leur nourriture sont déjà élevés de 2 ou 3,000 mètres. Les chats paraissent supporter moins bien que la plupart des autres mammifères le séjour des hautes altitudes. Les chevaux et les mules des hauts plateaux ont moins de force et de fond que ceux de la plaine; Jourdanet nous apprend que lorsqu'on voulut introduire à Mexico des courses de chevaux, ce divertissement cher aux races espagnoles tourna en une joute dérisoire. Castelnau avait reconnu la même physionomie aux combats de taureaux essayés à la Paz.

Il est d'un incontestable intérêt de se rendre compte de l'état physiologique et des chances de santé ou de maladie de ces habitants des hauteurs. Ceux-ci représentent des peuples entiers; les ascensionnistes et les aéronautes ne forment que des individualités. A la rigueur même, l'hygiène ne doit ses soucis qu'à celles de ces ascensions qui ont en vue quelque problème scientifique.

A 76 centimètres de pression, l'homme a 20 volumes d'oxygène dans son sang artériel et 12 dans son sang veineux : à 48 centimètres (La Paz) ou, surtout, 44 centimètres (Cerro de Pasco), il n'en a plus que 16 ou 14 volumes dans le sang artériel et 8 ou 6 dans le sang veineux, théoriquement, et comme il résulte des recherches de P. Bert, de Fränkel et Geppert sur les animaux, de Speck sur l'homme. Est-il possible que, par l'effet de la résidence et de l'habitude, les habitants des hauts plateaux arrivent à extraire, pour les combustions organiques, de ces 14 ou 16 volumes d'oxygène, la même quantité (8 vol.) qu'un homme de la plaine trouve dans ses 20 volumes? Cela paraît peu probable. L'augmentation de fréquence des inspirations n'y suffirait pas; elle est d'ailleurs impossible au taux que le calcul indique comme nécessaire pour la compensation, et, en fait, cette augmentation n'a pas lieu, c'est plutôt le contraire (Jourdanet). L'exagération d'amplitude des respirations ne serait pas davantage d'une efficacité absolue; elle n'est, du reste, pas plus démontrée que l'augmentation de fréquence. Les créoles, dit Jourdanet, ne modifient pas leurs formes en passant de la plaine sur les hauteurs; leur poitrine reste la même qu'en bas. Coindet n'avait pas été frappé du développement thoracique des Indiens; Vivenot (de Vienne) a, au contraire, remarqué que la poitrine se dilate dans l'air comprimé. Les Indiens ont un *rapport thoracique* considérable, c'est-à-dire que leur périmètre thoracique est grand par rapport à la taille; avec $1^m,60$ ou $1^m,63$ de taille, ils ont, par exemple, $0^m,895$ de circonférence thoracique. Mais c'est affaire de race; ils ont les cuisses et les jambes courtes (d'Orbigny) et ceux de la plaine présentent cette conformation aussi bien que ceux de la montagne.

Si l'homme des hauts plateaux s'appropriait la même quantité d'oxygène que celui d'en bas, il brûlerait la même quantité de carbone, produirait le même poids

de CO^2, et la proportion centésimale de celui-ci, en volume dans l'air expiré, augmenterait en raison inverse de la pression. A Cuzco, elle augmenterait d'un tiers et, au lieu de 4,3 au niveau des mers, deviendrait 6,5; à Mexico, elle serait de 5,5. P. Bert ne regarde pas comme démonstratives les observations faites jusqu'aujourd'hui à ce sujet, tout en pensant que très probablement l'intensité des combustions respiratoires a diminué. Cependant, rien qu'à prendre les résultats de Coindet, qui en concluait le contraire, il n'est brûlé que 9 grammes de carbone par heure, à Mexico, au lieu des 11 à 12 grammes qu'Andral et Gavarret ont donnés comme étant la moyenne des adultes sous la pression ordinaire. Jourdanet, qui a constaté que le chiffre de 9 grammes de carbone brûlé ne peut être atteint que par les respirations de choix, estime que l'on ne saurait parvenir à respirer 12 litres par minute, à Mexico, même quand on en aurait l'intention formelle, et que la proportion de CO^2 dans l'air expiré reste à 4,52 p. 100.

Pourtant, il y a incontestablement un acclimatement relatif. Considérant que, dans l'état habituel des choses, au niveau des mers, nous consommons plus d'oxygène qu'il n'est nécessaire pour nos fonctions et que 580 calories par jour sont perdues par simple évaporation cutanée, P. Bert émet l'hypothèse que la nutrition se modifie, chez les habitants des hauteurs, de façon à éviter cette perte, qui se convertit en une fixation par l'économie. Dans le travail, nous produisons une chaleur dont il n'est utilisé que 18 à 20 p. 100; une quantité énorme doit nous en être enlevée par la sueur; peut-être que les gens des hauts plateaux arrivent, par acclimatement de race plutôt que d'individu, à posséder une machine mieux réglée, qui utilise 30 à 40 p. 100, par exemple, de la chaleur produite, et par conséquent leur permette une même dépense dynamique avec une absorption d'oxygène — et aussi d'aliments — beaucoup moindre.

Nous aurions ainsi l'explication des batailles du Pichincha et d'Ayacucho, des danses à Quito et des travaux de mines et de chemins de fer au flanc des Andes. Il est vrai que notre espèce est remarquablement batailleuse, qu'il est difficile d'imaginer une situation dans laquelle les dames (Espagnoles surtout) perdent l'envie de danser, et qu'en définitive le principe : « tout est relatif », trouve son application dans les déploiements de force et d'activité, comme en d'autres occasions. Quant à la tolérance du condor pour la décompression considérable et brusque, c'est encore un fait particulier non expliqué.

Finalement, au Congrès d'hygiène de Genève (1882), P. Bert a fait connaître que le sang des animaux absorbe plus d'oxygène (c'est-à-dire est plus riche en hémoglobine) à La Paz que dans nos climats, 18 à 20 p. 100 de son poids à 1,000 mètres d'altitude contre 10 à 12 au niveau de la mer. D'où il suit qu'au fur et à mesure que la pression atmosphérique diminuera sur le globe par l'extinction du feu central, le sang de nos descendants, comme celui des habitants des Cordillères, « se mettra en harmonie avec le milieu ambiant, et la facilité avec laquelle il absorbe l'oxygène de l'air augmentera, et la vie continuera à être possible, bien longtemps après que nos calculs l'auront déclarée impossible. »

Les conséquences de l'apathie et de la faiblesse physique et morale des

habitants des hauteurs semblent à Jourdanet être d'une grande portée. Il y voit la principale raison de l'asservissement des Thibétains par les Chinois, des Abyssins par les Gallas; la raison pour laquelle la famille indolatine du Haut-Mexique, naturellement douce et pleine d'avenir dans la paix, est incessamment menacée par les bandes audacieuses de la plaine et par les Anglo-Saxons des États-Unis. Il fait remarquer la triste instabilité politique des Républiques des Andes, vis-à-vis du développement régulier du Brésil, de la Plata, du Chili, où la population est groupée aux bas niveaux.

Par ailleurs, il insiste sur cette singularité qu'un état morbide, l'*anémie* devient l'état physiologique des habitants des hauteurs et imprime un cachet uniforme à toutes leurs maladies. Les maladies inflammatoires à types aigus ne sont pas rares sur l'Anahuac; mais les réactions vives y sont peu durables; elles font place à l'adynamie ataxique ou typhoïde. La *pneumonie* y est doublement redoutable par sa fréquence et par le tribut de mortalité dont elle est l'occasion; elle prend surtout des caractères adynamiques et se complique souvent d'un état asphyxique mortel. Les inflammations chroniques y sont rares, comme si les faibles ressources de la nutrition ne pouvaient suffire à prolonger l'état inflammatoire. Les enfants sont difficiles à élever, malgré l'égalité du climat; il en meurt 33 p. 100 dans la première année, de *méningite*, de *fièvres éruptives* ou d'affections aiguës de poitrine. Les fièvres éruptives sont meurtrières même pour les adultes. Les affections graves se compliquent volontiers d'*hémorrhagies pétéchiales;* mais, selon Jourdanet, il faut remarquer soigneusement que la dépression atmosphérique et le séjour des hauteurs ne sollicitent point les hémorrhagies, tandis qu'ils favorisent la stase veineuse et l'état congestif (du foie, par exemple), par une sorte de paresse de la circulation. La *Verruga* du Pérou, qui d'ailleurs ne s'observe pas au Mexique, serait une tuméfaction vasculaire due à ce mécanisme et donnant lieu à des écoulements sanguins dangereux.

« Le *typhus* s'insinue sans obstacle et travaille sans résistance » sur le plateau mexicain. En revanche, celui-ci est réfractaire à la *fièvre jaune* et les cas de *vomito* importés sur les hauteurs restent stériles.

Les hauts-plateaux américains jouissent, bien entendu, d'une remarquable immunité vis-à-vis de la *phthisie*. Il en est ainsi des hauteurs de l'Abyssinie (Hirsch), de celles de la Perse (Wagner et Polak), des plateaux de l'Himalaya (Hirsch, Schnepp), des Cordillères, Pérou, Bolivie, Équateur (Guilbert). Villemin, comme on sait, n'attache aucune importance en ceci à la pression de l'atmosphère; la phthisie partage, selon lui, cette antipathie pour les hauteurs avec les maladies zymotiques et ce fait prouve qu'elle-même est une de celles-ci, malgré la prospérité du typhus et des fièvres éruptives à Mexico, ainsi qu'il vient d'être dit.

En terminant ce paragraphe, nous devons mentionner l'idée émise par P. Bert que la respiration dans l'air comprimé, employée méthodiquement, pourrait rendre des services aux habitants des grandes altitudes.

Thérapeutique par l'air raréfié. — Par contre, et indépendamment de la

prophylaxie et de la cure de la phthisie par le séjour sur les hauteurs, Hanke (de Vienne, 1870), Waldenbourg (1873), Stœrk, Cube, Treutler, Hœgyes, R. Lépine (1875), ont appliqué l'air raréfié au traitement des maladies du poumon et du cœur. L'expiration dans l'air raréfié accroît le volume de l'air expiré, c'est-à-dire augmente la ventilation pulmonaire et facilite l'expulsion de CO^2; elle congestionne le poumon et, par là, désemplit la grande circulation. Elle est donc favorable aux emphysémateux. On a, du reste, associé l'inspiration dans l'air comprimé à l'expiration dans l'air raréfié.

II. **Compression à plusieurs atmosphères.** — Cet objet appartient incontestablement à l'HYGIÈNE PROFESSIONNELLE. Il était, pourtant, difficile de ne pas mettre en regard des considérations relatives à la dépression atmosphérique celles qui ont trait à l'augmentation de la pression barométrique. Nous cédons à cette exigence, tout en reconnaissant le double emploi qui va en résulter, nous proposant de l'amoindrir et de nous borner à un simple renvoi lorsque l'hygiène spéciale nous ramènera sur ce point.

L'*air comprimé* est employé usuellement dans deux circonstances : 1° à l'occasion de travaux que des ouvriers doivent exécuter sous l'eau, ou dans toute autre condition qui ne permet pas la libre communication avec l'atmosphère normale; 2° comme moyen thérapeutique.

Fig. 66. — *Travail dans l'air comprimé* (d'après A.-E. Foley) (*).

a. Travail dans l'air comprimé. — Il y a une cinquantaine d'années, on descendait encore des ouvriers au fond de l'eau à l'aide d'une cloche à gradins intérieurs lourdement lestée, dans laquelle l'air se comprimait de

(*) MM, tube, de fonte composé d'anneaux réunis par des boulons *m m*. — F. compartiment qui communique constamment avec le tube de fer M M. — G, tube par ou l'air est insufflé d'une manière permanente dans le tube de fonte pour en chasser l'eau. — E, D. sas à air; chambres d'entrée et de sortie.

lui-même par le poids de la cloche et l'ascension de l'eau dans l'intérieur de celle-ci. Cet incommode et dangereux appareil est aujourd'hui complètement abandonné.

C'est à l'ingénieur français Triger (1839) qu'est dû l'emploi de l'air comprimé à de hautes pressions pour le forage des puits ou le fonçage des piles de pont (P. Bert). La première application du procédé eut lieu en vue de l'exploitation du terrain houiller de la Haye-Longue (Maine-et-Loire), recouvert d'alluvions que traversaient les eaux de la Loire et où l'on ne pouvait songer à épuiser l'eau qui envahissait les puits et les galeries. Triger conçut l'idée de repousser cette eau par de l'air insufflé de la partie supérieure du puits, de telle sorte que les ouvriers, travaillant à sec au fond, dans l'air comprimé, pouvaient oblitérer les voies d'eau par des voûtes en maçonnerie.

La méthode fut bientôt imitée dans les mines de Douchy (Nord) par l'ingénieur Blavier. Les docteurs Pol et Watelle apprécièrent les conséquences physiologiques qui en résultaient pour les travailleurs.

En 1851, le procédé du tube de fonte, descendu au fond de l'eau et duquel on chasse l'eau par l'air comprimé, pour pouvoir y construire une pile en maçonnerie, indiqué par Triger lui-même (fig. 66), fut appliqué par l'ingénieur anglais Hughes, dans la construction du pont de Rochester sur la Medway (comté de Kent). Successivement, les ponts de Chepstow (Brunel), de Szegedin (Hongrie), Bordeaux, Kaffre-Azzial sur le Nil, Kehl (1859), Londonderry (1861), Argenteuil, Bayonne-sur-l'Adour, du Mississipi (1863), furent établis suivant le même audacieux système. Le procédé servit encore, en 1880, pour relier le bassin de radoub de Missiessy (Toulon) au sous-sol marin.

L'entrée des ouvriers a lieu par la chambre E, la sortie par la chambre D. Un système de robinets permet d'équilibrer la pression, soit pour pénétrer dans le tube où l'air est comprimé soit pour sortir de l'appareil.

La pression appliquée aux ouvriers des divers modes de travail qui comportent l'emploi de l'air comprimé (les précédents et les *scaphandriers*) va de 2 à 4 atmosphères. Les ouvriers séjournent dans cet air de deux à six heures consécutives.

Pendant la compression, les phénomènes éprouvés ont paru, aux observateurs, différer un peu selon le degré de pression et selon le temps passé dans les tubes. Surtout, ceux de la fin ne ressemblent pas à ceux du commencement et les *accidents de la décompression* sont caractéristiques autant que graves.

A l'arrivée dans les tubes, il y a une sensation de pression désagréable dans les oreilles, par refoulement de la membrane du tympan ; les ouvriers s'en débarrassent tout de suite, soit par des mouvements de déglutition, soit en faisant le mouvement de souffler en se pinçant les narines et la bouche fermée. Les sons acquièrent une intensité métallique étrange. Les sens du goût et de l'odorat, suivant Foley (Argenteuil), sont émoussés ou abolis ; le toucher lui-même est moins délicat. L'acte de parler est difficile ; celui de siffler, impossible. « Les ouvriers sentent moins la fatigue qu'à l'air libre et ne s'essoufflent pas autant ; la faim les prend vite ; ils suent beaucoup et cependant n'ont jamais soif. » Selon Foley, le pouls devient filiforme et même insensible. Pol et Watelle, avec la plupart des observateurs et physiologistes, en ont également constaté la diminution de fréquence ; cependant, Bucquoy a vu le contraire, sauf

chez son ami Ritter qui, ayant la fièvre en entrant dans le tube, passa de 95 à 75 pulsations. La *capacité pulmonaire* augmente ; c'est un point sur lequel à peu près tout le monde est d'accord. Les ouvriers tubistes acquièrent la propriété de travailler sans essoufflement dans leur appareil (Foley). La fatigue, l'inertie physique et morale, l'inappétence, apparaissent au contraire, par un séjour prolongé dans les tubes. Le nombre des respirations diminue, et aussi l'amplitude des oscillations respiratoires ; il passe, naturellement, moins d'air à travers le poumon, dans un temps donné, dans l'air comprimé qu'à la pression normale (en volume). Il y a quelquefois des épistaxis pendant la compression. La peau et les muqueuses pâlissent. La couleur du sang de la saignée présente, en revanche, une rutilance extraordinaire (Pol et Watelle). L'urine augmente de quantité. Des expériences non irréprochables de J. Pravaz (1875) tendent à établir que le chiffre de l'urée rendue s'élève de même. Celles, plus rigoureuses, de P. Bert prouvent dans le même sens.

Quand on sort des tubes à air comprimé, il se peut que rien de bien fâcheux ne se produise, ni immédiatement, ni plus tard. Mais le plus souvent, quand la compression a été portée au-dessus de 3 atmosphères, l'ouvrier présente le phénomène des « *puces* », ou démangeaisons atroces à la peau, quelquefois celui des « *moutons* », ou tuméfactions musculaires, des gonflements synoviaux, des douleurs articulaires, de la faiblesse des membres, surtout des membres inférieurs. D'ordinaire, ces phénomènes inquiétants disparaissent rapidement et sans retour ; d'autrefois, même lorsque l'affaiblissement musculaire a débuté quelque temps après la sortie des tubes, ils sont le début d'une paralysie durable, affectant principalement la forme de *paraplégie* (membres inférieurs, vessie, rectum). Des morts assez nombreuses ont suivi l'aggravation rapide de tels accidents. Dans quelques cas, une décompression absolument brusque, due à une rupture d'appareil, a causé la mort immédiate.

Dans les travaux du bassin de Missiessy, 643 hommes fournissant deux corvées de six heures par jour, sous une pression de $2^{atm}.7$, eurent 123 entrées à l'infirmerie, 48 à l'hôpital et 2 morts. La cause principale des accidents était la rapidité de l'*éclusement* et du *déséclusement*, qui se faisait à la volonté des hommes, en tournant un robinet, et durait 2 minutes. Michel, qui rapporte ces faits, remarque aussi que l'on ne renouvelait pas suffisamment l'air comprimé et que le travail avait lieu à la lueur de lampes horriblement fumeuses.

Somme toute, le moment dangereux, dans ces pratiques, thérapeutiques ou industrielles, est celui de la décompression.

Physiologiquement, de tous les détails reconnus pendant la compression, celui de l'amplification du poumon est le plus aisément explicable. P. Bert, qui l'a constamment retrouvé dans ses nombreuses expériences, le considère comme le résultat mécanique réel de la pression atmosphérique; celle-ci refoule les gaz intestinaux, oblige le diaphragme à s'abaisser et, par conséquent, le poumon à se dilater d'autant. Quant à « l'aplatissement » de dehors en dedans de la peau et des vaisseaux périphériques, l'éminent physiologiste constate que la pression

artérielle est notablement augmentée par l'action mécanique de la pression; que le thorax est relativement comprimé parce que l'ouverture trachéale n'est pas suffisamment large; mais que du reste, la pression intérieure et la pression extérieure s'équilibrent toujours rapidement, à moins de circonstances mécaniques spéciales. Une autre influence est d'ordre chimique et, de même que pour l'air raréfié, dépend de la tension de l'oxygène et de celle de CO^2, isolées ou combinées. L'oxygène dissous dans le sang augmente avec la pression, mais bien moins que la pression même, surtout quand on arrive à de très hautes pressions, 10 atmosphères par exemple. L'acide carbonique du sang *diminue* presque toujours; comme CO^2 dépend de l'oxydation de nos tissus, la quantité qui en est produite ne saurait guère varier; or, cette même quantité occupera moins de place si la pression est plus forte; 6 p. 100 de CO^2 à la pression normale donnent : $6 \times 1 = 6$; à une pression de 2 atmosphères, le volume est diminué de moitié et l'on a pour valeur de CO^2 : $3 \times 2 = 6$; à 3 atmosphères, $2 \times 3 = 6$, ainsi de suite. Mais l'azote augmente, quoique pas aussi vite, à beaucoup près, que le voudrait la loi de Dalton.

A la suite de ses mémorables expériences sur l'action de l'oxygène à forte tension, que les faits démontrèrent être un toxique sûr et terrible, P. Bert fut amené à déterminer à quelle pression se trouvait réalisé le maximum d'oxydation intra-organique. Il lui parut que ce maximum est aux environs de trois atmosphères, vers la tension de 60 d'oxygène. A la pression de 5 atmosphères, qui équivaut à l'inspiration d'oxygène pur (100 p. 100), le sang n'est pas encore saturé d'oxygène; mais déjà, il y a de l'oxygène dissous conformément à la loi de Dalton et non plus uniquement combiné ; la présence de ce gaz dissous empêche précisément les tissus de prendre, comme d'ordinaire, leur oxygène à la combinaison oxy-hémoglobique; les globules sont condamnés à la saturation perpétuelle. Si l'on pousse la compression à un degré plus élevé, l'incapacité vitale devient définitive pour les éléments anatomiques. Donc, bien qu'il soit difficile d'indiquer ici des limites précises, il est probable que l'empoisonnement par l'oxygène commence à se faire sentir chez les ouvriers comprimés entre 3 et 5 atmosphères. Il se traduit par des accidents d'anémie.

Pour ce qui est des accidents de la décompression (puces, mouton, emphysèmes, paraplégie), ils sont absolument d'ordre mécanique et relèvent du fait signalé, à l'occasion de la construction du pont de Kehl, par le professeur Rameau et par Bucquoy ; les gaz du sang repassent à l'état libre et provoquent des accidents comparables à ceux d'une injection d'air dans les veines. Seulement, ce ne sont pas les trois gaz qui redeviennent ainsi aériformes, mais l'azote essentiellement, c'est-à-dire celui qui a, de beaucoup, le plus suivi la loi de Dalton. On trouve, en effet, des bulles de gaz dans les capillaires périphériques et pulmonaires et dans les cavités droites du cœur; on en trouve dans les vaisseaux du cerveau et de la moelle, où ces embolies gazeuses déterminent un ramollissement, constaté d'ailleurs aux autopsies d'hommes, victimes de la décompression.

Prophylaxie. — S'il fallait dépasser la pression déjà dangereuse de 5 atmosphères, P. Bert conseille d'employer au refoulement dans les tubes ou scaphandres un air pauvre en oxygène, de manière à maintenir la tension de celui-ci aux environs de 40, et de renouveler l'air des tubes pour prévenir l'accumulation de CO^2 ou de CO. L'éclairage électrique devra y remplacer les lampes.

En vue des accidents de la décompression, il faudra décomprimer lentement. Une demi-heure n'est pas trop, entre 2 et 3 atmosphères ; une heure entre 3 et 4. Il sera nécessaire, dans les chambres d'équilibre, de pourvoir l'ouvrier de vêtements secs et chauds, pour lutter contre le refroidissement et la rosée qui sont la conséquence de la dilatation de l'air. Autrefois, quand les accidents de décompression apparaissaient, on recomprimait le patient pour les faire cesser ; P. Bert propose de faire respirer de l'oxygène pur (ce qui équivaut à 5 atmosphères) aux ouvriers sortant des tubes ou des scaphandres, même alors qu'il ne se produirait pas immédiatement de signe suspect.

b. L'air comprimé en thérapeutique. — On doit aux médecins français Junod (1835), Ch. Pravaz (1836), Tabarié (1838), les premiers essais de l'application de l'air comprimé à diverses maladies. De nos jours, il existe de nombreux établissements créés en vue de l'emploi de cette méthode. Vivenot, en Allemagne, de 1860 à 1868, lui consacra de longues recherches et de nombreuses publications. P. Bert, depuis 1872, a éclairé par la physiologie expérimentale cette pratique, dont les ressources ne sont pas contestables.

C'est particulièrement contre l'*asthme* et l'*anémie* qu'est dirigée la cure d'air comprimé. Pour l'asthme, c'est l'action mécanique de la pression qui joue le principal rôle ; pour l'anémie, c'est l'action chimique, la saturation plus parfaite de l'hémoglobine, à la condition que l'on ne dépasse pas 3 atmosphères, mais que l'on s'en rapproche, comme le conseille P. Bert, tandis que les aéro-thérapeutistes jusqu'ici semblent craindre d'arriver à d'aussi fortes pressions. A la vérité, quand il ne s'agira que d'anémie, l'on peut apparemment se dispenser de l'élément mécanique et remplacer la pression, soit par l'inspiration d'oxygène pur, soit, mieux encore, par l'usage d'un air à 25, 30, 40 p. 100 d'oxygène, représentant sans pression aucune la même tension d'oxygène qu'une fraction surajoutée d'atmosphère, ou même qu'une atmosphère ou davantage, selon ce que l'on aura désiré. Par ailleurs, l'action mécanique de la pression serait probablement utile pour aider au taxis des hernies, pour combattre certaines tympanites. A de hautes pressions, ce serait peut-être un antiphlogistique à essayer.

Ch. Bouchard constate expérimentalement que l'air comprimé diminue la *toxicité des urines*. Chez un sujet tenu pendant quatre heures sous une pression de 116 centimètres, elle a diminué de 43 p. 100.

Bibliographie. — Jourdanet : *Influence de la pression de l'air sur la vie de l'homme.* Paris, 1875. — Mermod : *Nouvelles recherches sur l'influence de la dépression barométrique.* Lausanne, 1877. — Goguel (L.) : *Relation des accidents causés par la foudre au camp de la Valbonne* (Recueil de mém. de méd. milit., 3e série, XXXIII, p. 245, 1877). — Bert (Paul) : *La pression atmosphérique.* Paris, 1878. — Michel : *Étude sur la nature et la cause présumée des accidents survenus parmi les ouvriers qui travaillent aux fondations dans l'air comprimé* (Archives de médecine navale, mars 1880). — Blanchard (R.) et Regnard (P.) : *La maladie des plongeurs* (Société de biologie, 2 juillet 1881). — Bert (P.) : *Sur la richesse en hémoglobine du sang des animaux vivant dans les hauts lieux* (Acad. des sciences, 20 mars 1882). — Du même : *Influence des altitudes* (4e Congrès internat. d'hygiène, I, p. 193, Genève, 1883). — Lombard (H. Cl.) : *Influences hygiéniques, prophylactiques et thérapeutiques des altitudes* (C.-R. du 4e Congrès internat. d'hygiène, I, p. 181, 1883). — Fränkel und Geppert : *Ueber die Wirkungen der verdünnten Luft auf*

den Organismus, 1883. — Charpentier : *Sur un accident professionnel survenu chez un scaphandrier* (Rev. d'hygiène, V, p. 244, 1883). — Duclaux : *Influence de la lumière solaire sur la vitalité des germes ou microorganismes* (Comptes rendus Acad. des sciences, 12 janvier 1885). — Gérard : *Les accidents de la décompression* (Gazette médic. n° 11, p. 123, 1885). — Amat (Ch.) : *Du rôle de l'atmosphère et de l'état hygrométrique en particulier comme facteur étiologique des épidémies de choléra* (Gazette médic., p. 354, 1885). — Regnard (P.) : *Influence des très hautes pressions sur les animaux* (Société de biologie, 25 juillet, 1885). — Arloing : *Influence du soleil sur la végétation, la végétabilité et la virulence des cultures du Bacillus Anthracis* (Acad. des sciences, août 1885). — Bouchard (Ch.) : *Influence de l'abstinence, du travail musculaire, et de l'air comprimé sur la toxicité des urines* (Comptes rendus Acad. des sciences, 17 mai 1886). — Renk (Friedr.) : *Die Luft* (Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten von Pettenkofer und Ziemssen. Leipzig, 1886). — Arloing : *Destruction des spores de Bacillus Anthracis par la lumière solaire* (Acad. des sciences, 7 mars 1887). — Lèques (G.) : *Étude sur l'hygiène des bataillons alpins* (Archives de méd. milit., avril 1888).

Les climats. — Les propriétés physiques de l'atmosphère, qui viennent d'être étudiées, sont constantes à un degré et sous une forme quelconques ; leur modalité seule varie et dans de très grandes limites. C'est l'état particulier et la modalité spéciale de ces propriétés, pour un point donné du globe, qui en constitue le *climat*. Les modifications physiologiques ou morbides des humains, ou plutôt des êtres vivants en général, n'en font pas partie ; mais elles en sont fréquemment l'expression. Il y a là un *rapport* qu'il appartient à l'hygiène de préciser et d'interpréter.

Le sens du mot *climat* a été entendu plus largement qu'on ne le fait ici par Hippocrate, Montesquieu, Boudin, Virey, Foissac, de Humboldt; l'influence du sol et des eaux rentrait plus ou moins dans la conception du climat, selon les anciens. Il est préférable de le limiter, avec Fonssagrives, à la considération des propriétés physiques de l'atmosphère, facteurs bien distincts, indépendants des précédents, encore qu'il y ait nécessairement, en maintes circonstances, une action réciproque entre l'air, d'une part, le sol et les eaux, de l'autre.

Tout en donnant au climat cette large compréhension, la plupart des classifications de climats sont établies sur la considération d'un facteur unique, qui est une propriété de l'atmosphère, à savoir la *température*. Or, ce facteur est assurément d'une grande importance et pèse sur la modalité des autres ; mais il ne suffit pas à constituer la physionomie d'un climat et lui-même est quelquefois subordonné à la prédominance de telle ou telle modalité de quelqu'un des autres. Il est absolument nécessaire de se pénétrer de l'idée qu'en hygiène, climats *chauds*, climats *froids*, climats *tempérés* sont des expressions adoptées pour la commodité du langage et les besoins didactiques ; consacrant un trait de premier ordre, dominant si l'on veut, du caractère météorologique d'une région donnée, mais ne répondant point à la réalité de l'élément physiologique ou étiologique *climat*, qui est très complexe, où l'équilibre est sollicité en divers sens, par des facteurs physiques divers et dont l'influence décisive est habituellement une résultante, beaucoup plus que le triomphe d'une force unique ou prépondérante.

Cette habitude de classer les climats d'après la température a donné le change aux esprits incomplètement renseignés et entraîné la tendance à

confondre les limites des climats avec les degrés de latitude, voire avec les lignes isothermes, et à envisager le climat comme une zone géographique. Quoique l'isothermie soit une base légitime à la distinction des climats (J. Rochard l'a adoptée), il faut renoncer à appliquer uniformément l'épithète de climat froid, ou chaud, ou tempéré, à de vastes surfaces sur lesquelles, en divers points, des conditions locales créeront des exceptions et des contradictions aux lois météorologiques ou physiologiques formulées pour le type. En réalité, il n'y a guère de climats de zones, pas beaucoup plus de climats de régions; il y a surtout des climats de localités.

Division des climats. — Fonssagrives propose une classification dont l'esprit se rapproche de celui de la méthode naturelle, adoptée en botanique et en zoologie, et qui observe la subordination des caractères. Celui qui est pris pour dominant est la thermalité.

Exemple :

1° Climat hyperthermique, à chaleur constante, très humide, à humidité variable, venteux, très clair, hyperozonique, à pression modérée.

2° Climat hypothermique constant, sec, calme, brumeux, à pression considérable, hypozonique.

3° Climat mésothermique variable, humide, clair, venteux.

Cette façon d'exprimer les espèces climatiques est très rationnelle; il est probable, cependant, que l'on ne s'en servira pas. Pour les médecins, les rapports d'ordre sanitaire avec les diverses espèces, qu'on pourrait ainsi créer, resteront toujours trop vagues pour qu'on s'astreigne à tenir compte de divergences, attachées quelquefois à une nuance insignifiante. Ce n'est pas tant le complexus climat, ou le type qu'il constitue, qui a de l'importance en hygiène et en étiologie, que les éléments météorologiques dont il est composé. En y ajoutant la modalité de chacun de ces éléments, circonstance souvent capitale, on a tout ce qui peut entrer dans un rapport démontrable. La médecine d'aujourd'hui ne se contente plus de ces vues très larges, mais très vagues, qui s'adaptaient aux vieux systèmes de l'humorisme, de l'asthénie ou de l'irritation; elle s'habitue à mettre en regard d'un fait physique précis, comme cause, un effet physiologique (ou morbide, ce qui revient au même) également déterminé. Fuster a dépensé en pure perte beaucoup de talent pour réduire toute la pathologie sous la loi des influences climatiques.

La classification des climats par J. Rochard, basée sur la notion des températures moyennes, répond au besoin que l'on a de rapporter les influences climatiques à un agent physique parfaitement net ; on a choisi le plus important, la température. Celle de Lombard vise un caractère plus abstrait mais dont le rôle en étiologie n'est pas moins évident et considérable : la modalité des éléments météorologiques. Pour un pays en particulier, comme la France, on a fait des climats *régionaux*, marqués chacun d'une note dominante sur un fond commun ; il est clair qu'en pareil cas on ne saurait trouver de très grandes divergences dans l'expression ni les allures d'aucun des éléments du climat ; cependant, des incidents particuliers, d'une portée plus ou moins large, donnent assurément une nuance distincte à la physionomie climatique et sanitaire de chaque zone d'un grand pays.

En prenant pour base la température, les climats sont : *chauds*, *tempérés* ou *froids ;* ce qui donne cinq zones climato-thermiques à la surface du globe, puisque la zone tempérée et la zone froide se répètent l'une et l'autre au nord et au sud. J. Rochard a dédoublé la zone chaude et la zone froide ; d'où neuf zones climatiques et cinq espèces de climats :

A. *Climats torrides* (une seule zone), entre l'équateur thermique et les isothermes de 25°.

B. *Cl. chauds*, nord et sud, de 25 à 15 degrés.

C. *Cl. tempérés*, nord et sud, de 15 à 5 degrés.

D. *Cl. froids*, nord et sud, de + 5° à — 5°.

E. *Cl. polaires*, nord et sud, de — 5° à — 15°.

Outre que la notion de la moyenne thermique est bien trop insuffisante, ainsi isolée, il est évident que la distribution en zones limitées par les lignes isothermes englobe, dans la bande géographique de chaque climat spécifié, des points qui ne portent aucunement la caractéristique même du climat auquel on les attribue. Si, par exemple, je m'en rapporte à la ligne isotherme, je trouve Vera-Cruz et Mexico à peu près sur la même ligne de 25° de température moyenne annuelle ; cependant, ce chiffre, qui indique un climat absolument au point de contact de la zone torride et de la zone chaude, n'est vrai que pour Vera-Cruz. La moyenne de Mexico est de 17°, ce qui rapproche cette ville et les vastes plateaux qui l'environnent de la thermalité des climats tempérés ; les indigènes disent eux-mêmes : *tierras templadas* et *tierras frias*. Sans compter que nous ne savons rien des extrêmes; or, il gèle parfois à Mexico. Bien plus, les neiges éternelles des Andes et du Kilimandjaro sont comprises dans cette zone artificielle des climats torrides.

Il serait apparemment avantageux d'associer à la division en zones une distinction des climats qui tend à s'introduire et qui emporte avec elle toute une série de renseignements, celle des climats *continentaux*, *maritimes* et *de montagnes*. On subdiviserait ces derniers en climats de montagnes proprement dits et en climats d'*altitudes*. Il y aurait donc des climats continentaux, maritimes ou de montagnes, de la zone chaude, de la zone tempérée, de la zone froide. La prééminence du caractère *chaleur* serait respectée, tout en fixant par le déterminatif *continental*, *marin*, etc., des circonstances d'intérêt capital. Ainsi, qui dit climat *continental* dit : climat *excessif*, subissant les extrêmes de la température que comporte la zone, à pression voisine de la normale, recevant une abondance modérée de pluies, inclinant plutôt vers la sécheresse, à ciel souvent découvert, à vents variables. Le climat *maritime* ou *marin* implique la *constance*, l'atténuation des extrêmes, les fortes pressions, l'humidité, des pluies d'abondance moyenne, un ciel brumeux et souvent nuageux, des vents souvent réguliers. Enfin, au climat de *montagnes* se lient la température et la pression décroissantes, les grandes précipitations aqueuses, la haute hygrométrie avec de faibles quantités absolues d'eau, un ciel souvent découvert, des vents déterminés par la configuration du sol. Lombard (de Genève) s'est servi de ce mode de distribution des climats et nous-même l'avons

appliqué à la climatologie de la France, dans le *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*.

Çà et là, des régions particulières se présentent avec des caractères climatiques propres tellement accentués qu'on se voit conduit à désigner le climat par le nom même du pays : climat *Sénégalien*, climat *Saharien*, climat *Algérien*, etc. Un des plus légitimes, à ce point de vue, est le *climat Méditerranéen*, qui a le singulier privilège d'être le trait d'union des trois parties de l'ancien monde, de rapprocher Marseille, Smyrne et Alger, et d'être comme un témoin que le littoral méridional de l'Europe est une terre africaine, détachée de l'énorme presqu'île dans les âges géologiques. Il ne faut pas, du reste, y rechercher les traits du climat maritime; la mer intérieure n'est qu'un lac vis-à-vis des influences océaniques; ce climat est indépendant, comme la Méditerranée elle-même a cessé de participer à la constitution et aux mouvements de l'Océan. Il conserve plutôt, à l'époque moderne et dans une vaste zone territoriale, les souvenirs paléontologiques (surtout dans le règne végétal); il donne à notre littoral méridional une physionomie que l'on croirait exotique, à première vue, mais qui, en réalité, n'est que le reste d'une phase déjà lointaine de la vie du globe (l'époque Miocène).

Climats français. — La répartition par climats régionaux a été adoptée par Ch. Martins, O. Reclus, J. Arnould, en ce qui concerne la France, notre pays étant d'ailleurs, fondamentalement, l'idéal du climat tempéré. On a créé, de la sorte :

Le climat Séquanien.

Température.			Pluie.	Vents dominants.
Année.	Été.	Hiver.		
10°,9	17°,5	4°	548mm	SO et NE.

2° *Le climat Girondin.*

Température.			Pluie.	Vents dominants.
Année.	Été.	Hiver.		
12°,7	20°,6	5°	586mm	SO.

3° *Le climat Méditerranéen.*

Température.			Pluie.	Vents dominants.
Année.	Été.	Hiver.		
14°,8	22°,6	6°,5	651mm	NO.

4° *Le climat Rhodanien.*

Température.			Pluie.	Vents dominants.
Année.	Été.	Hiver.		
11°	21°,3	2°,5	720mm	N., S., NO., O.

5° *Le climat Vosgien.*

Température.			Pluie.	Vents dominants.
Année.	Été.	Hiver.		
9°,6	18°,6	0°,6	669mm	SO., NE.

Comme nous l'avons dit précédemment, la moyenne thermique indiquée

est toujours un peu trop forte et le chiffre d'eau tombée trop faible.

Un vice capital de la division classique, mais déjà vieille, qui est reproduite ci-dessus, c'est de laisser croire que les zones territoriales, auxquelles il semble que soient affectées les désignations climatiques, se touchent et se continuent l'une par l'autre, de telle sorte que ces cinq climats embrassent toute la France. Or, le climat du plateau central, le climat des Alpes, le climat de la presqu'île Armoricaine, ne se rattachent légitimement à aucun des cinq types traditionnels. Il ne serait que strictement juste d'ajouter à la liste : un *climat Breton*, un *climat Auvergnat*, un *climat Alpestre*, et peut-être d'autres encore.

Malgré ses titres incontestables à représenter le type des climats tempérés, la France subit de temps à autre de longs et rigoureux hivers pendant lesquels le thermomètre descend à des degrés qui rappellent les régions polaires; l'année 1879-1880 en est un exemple. Le 9 décembre 1879, le thermomètre marqua — 25°,6, à une heure du matin et, à 8 heures, — 28° sur la neige, à l'observatoire de Saint-Maur. Le froid fut général et s'étendit jusqu'à notre Midi. Du reste, à des dates qui ont été conservées, ce beau climat Méditerranéen a vu de véritables désastres causés par l'hiver. En 1507, la mer se prit dans le port de Marseille ; le 11 décembre 1560, les charrettes traversèrent le Rhône sur la glace. En 1709, les oliviers périrent par la gelée ; on observa le minimum — 16° à Montpellier; le même chiffre est encore noté dans cette ville, le 21 janvier 1855 et le 31 décembre 1870. Dans ces circonstances, beaucoup d'arbustes exotiques, qui, en France, ne vivent en pleine terre qu'à Montpellier (Caroubier, Laurier-rose, Grenadier, Laurier-tin, Ciste, etc.) gèlent jusqu'aux racines. Il n'est pas très rare d'observer 30 à 40 jours consécutifs de gelée; dans l'hiver de 1829-1830, du 17 novembre au 15 mars, on en compta 77. En 1819-1820, la vigne gela partout et l'on dut couper les ceps à ras de terre. Le 3 février 1830, on observait, à Mulhouse, — 28°,1.

Par contre, les *maxima* atteignent dans certaines années des chiffres non moins surprenants dans un autre sens. En juillet 1830, de Gasparin note, à Orange, le maximum 40°,2, qui n'est pas commun même en Algérie. A Paris, le thermomètre marqua 40° en 1720; 40°, le 26 août 1765; 39°4, le 14 août 1773; 38°4, le 9 juillet 1874 (à Montsouris). En admettant même, ce qui est probable, que les indications des instruments soient un peu élevées, il n'en reste pas moins acquis que, dans cette seule année 1830, le thermomètre parcourut en France plus de 68 degrés, ce qui est assurément extraordinaire pour une région que l'on dit être une tempérée modèle. Les moyennes mensuelles pour juin, juillet, août, atteignent fréquemment de 19 à 23° à Paris, de 23 à 27 ou 28 degrés à Alais.

Indépendamment des effets directs et immédiats du froid ou du chaud sur l'économie humaine (Voy. p. 350 et 357), il suffit de signaler ici les conséquences venues aussi du froid, par l'intermédiaire de son action sur la nature en général, débâcles et embâcles des fleuves, destruction des quais, des habitations, anéantissement plus ou moins complet des récoltes, mort d'arbres ou d'arbrisseaux productifs, vigne, oliviers ; ou de la chaleur, par un mécanisme inverse, desséchement du sol et des eaux, arrêt de développement des herbes et des céréales, récoltes insuffisantes, disettes.

Influences biologiques des climats. — 1° *Les plantes.* — La fixité des végétaux, qui ne peuvent, comme les animaux (les oiseaux surtout) se trans-

porter d'année en année, ou de saison en saison, dans les conditions atmosphériques qui leur conviennent, devait faire penser, au premier abord, que la flore de chaque contrée serait une expression exacte du climat de cette région et pourrait servir à le différencier de celui d'autres zones. « Les plantes ne choisissent pas leurs conditions, dit A. de Candolle, elles les subissent ou elles meurent. » C'est sur ce principe qu'est basée la distinction de seize formes végétales, rapportées à autant de zones terrestres, indiquée par de Humboldt; la même idée a inspiré les grands travaux de *Géographie botanique* des deux de Candolle.

Le climat, par la température et l'humidité, domine, en effet, généralement l'ensemble des conditions qui règlent la distribution géographique des plantes à la surface du globe, et les *palmiers*, les *grandes malvacées*, distinguent la zone chaude; les *chênes, ormeaux*, *hêtres*, la zone tempérée; les *conifères* rabougries et les *lichens*, la zone froide, tout aussi bien que les moyennes thermiques. De même, dans chaque zone, les végétaux accentuent particulièrement la division si naturelle des climats continentaux, marins, de montagnes. A vrai dire, les botanistes voient en ceci quelque autre chose encore que les influences météorologiques; il y a là un ensemble de circonstances décisives qui constituent l'*habitat.*

Toutefois, la vitalité de chaque espèce végétale est subordonnée à la constitution chimique des terrains (H. Baillon) et, d'autre part, certaines espèces très malléables sont cosmopolites et n'attendent qu'un hasard qui les transporte sous un ciel nouveau pour l'adopter définitivement.

Les céréales et le blé en particulier sont, heureusement, dans ce cas. La vigne même participe à cette propriété dans une certaine mesure, pourvu que la moyenne de l'été atteigne 18 degrés.

En Suisse, il n'y a plus guère d'arbres fruitiers à 880 mètres. Les noyers disparaissent à 800 mètres; les châtaigniers à 780 mètres. Les bouleaux, sur le Caucase, s'arrêtent à 2,360 mètres ; en Laponie, à 585 mètres. C'est le dernier arbre dans la direction du pôle. Les plantes des sommets évitent de se développer en hauteur et s'étalent plutôt, comme pour échapper au froid de l'air.

Ch. Martins a mentionné un certain nombre d'arbustes, qui, en France, vivent en pleine terre sous le climat méditerranéen exclusivement (Montpellier), mais y gèlent jusqu'aux racines dans quelques hivers rigoureux ; ce sont des restes de la flore tertiaire, plantes exotiques par leurs caractères botaniques, dépaysées chronologiquement; ainsi, le *caroubier*, le *laurier-rose*, le *myrte*, le *laurier* d'Apollon, le *grenadier*, le *figuier*, le *pistachier*, le *laurier-tin*, le *chêne-vert*, le *ciste* de Montpellier. Le dernier *palmier-nain* de pleine terre en France est mort en 1841, à Beaulieu près de Nice.

Le noyer, le châtaignier, sont probablement aussi dépaysés dans nos climats. Le marronnier d'Inde l'est certainement; c'est un exemple remarquable du tempérament malléable de quelques végétaux; il fut un temps où les jardiniers le cultivaient avec précaution dans les serres ; c'était un arbuste. On le transporta à l'orangerie, puis en pleine terre, et il se montra l'arbre puissant que l'on connaît.

Les palmiers-dattiers ne portent pas de fruits en deçà de l'isotherme de 20°. On en voit de très beaux à Toulon et à Alger, mais qui sont stériles.

Au-dessus des dernières herbes, sur la montagne, la vie végétale n'a pas encore dit son dernier mot; elle y est manifestée par de nombreux lichens. Agassiz en a trouvé cinq espèces au sommet de la Jungfrau (4,175 mèt.). Ch. Martins et Bravais en ont vu les analogues au Spitzberg.

En rapportant les caractères des climats à la végétation de quelques espèces vulgaires, communes à plusieurs régions, on peut très bien trouver des *plantes climatomètres* dont les phases de développement, rapprochées des dates auxquelles on les observe, deviennent autant de marques distinctives des climats locaux. La *primevère*, la *pâquerette*, le *sureau*, l'*aubépine*, l'*alaterne*, peuvent ainsi, dans notre pays, par l'époque de leur frondaison, de leur floraison, etc., être des climatomètres qui distinguent une zone d'une autre.

2° *Les animaux.* — P. Bert a proposé la répartition des animaux caractéristiques en huit zones, dont les traits essentiels relèvent du climat, mais dont quelques-uns ne dépendent apparemment que des circonstances géographiques ou géologiques :

1. *Zone polaire arctique*, limitée par le 60e degré de latitude. Pas de chéiroptères ni de pachydermes. Ours blanc, renne, ovibos, isatis, zibeline, glouton, baleines.

2. *Zone de l'Amérique du Nord*, jusqu'au 30e parallèle. Chéiroptères; point de pachydermes, de camélides, de moschidées ni de mangoustes. Loup rouge, bison, marmottes, renards, martres, mouflons, antilopes, élans.

3. *Zone de l'Amérique centre et sud.* — On n'y rencontre pas: lémuriens, insectivores, hyènes, éléphants, rhinocéros, bœufs, chèvres, moutons, antilopes, chevrotins, monotrèmes. — Les caractères positifs sont marqués par des singes spéciaux (ouistitis, hurleurs, atèles, sajous); des rongeurs non claviculés (myopotame, chinchillas, agoutis, pacas, cobayes, cabiais), lamas, vigogne, tapir, pécaris (représentant des pachydermes), le fourmilier, le tatou, l'aï, etc.

4. *Zone australienne.* — Tasmanie et Nouvelle-Guinée. Pas de mammifères monadelphes, à l'exception de quelques rongeurs et chéiroptères; tous les marsupiaux.

5. *Zone de l'Asie sud et des îles Malaises.* — Grands herbivores (éléphant d'Asie, rhinocéros, tapir indien), antilopes, babiroussa, civettes, ours euryspile, tigre, dugong.

6. *Zone de Madagascar.* — Absence de singes, de rongeurs, d'ours, de chiens, de chats, de mustelides, d'hyènes, de loutres, de proboscidiens, de pachydermes, d'édentés, de ruminants, de marsupiaux, de monotrèmes. Faune très spéciale caractérisée par des indris, des makis, des roussettes, des genettes, des musaraignes.

7. *Zone africaine.* — Tous les monadelphes, pas de didelphes. Ni ours, ni paresseux, ni cerfs, ni tapirs. Faune caractérisée par le gorille, le chimpanzé, les cynocéphales, les lemnopithèques, le chrysochlore, la vraie civette, le chacal, la hyène, le rhinocéros, le zèbre, l'hippopotame, la girafe, la gazelle, le bubale, les oryctéropes, etc.

8. *Zone de l'Europe et de l'Asie tempérée.* — Ni singes, ni lémuriens, ni roussettes, ni subursins, ni proboscidiens, ni rhinocéros, ni hippopotames, ni tapirs, ni édentés, ni didelphes. Le sanglier habite toutes les parties de cette zone. Le chameau, le cheval, les ours, les marmottes, le castor, l'once, l'aurochs, le chamois, etc., sont les principales caractéristiques de cette faune, d'ailleurs mal délimitée et se confondant par des échanges nombreux avec les zones voisines (Fonssagrives).

Un certain nombre d'animaux, mammifères ou oiseaux, partagent la malléabilité que l'on a reconnue chez quelques plantes. L'homme a utilisé cette disposition pour s'assujettir, sous presque toutes les latitudes, le chien, le cheval, beaucoup de ruminants.

Mais le déplacement en latitude des espèces transportées ne se fait pas sans que celles-ci subissent des modifications où se retrouve l'influence climatique. Les chiens à longs poils les perdent quand la race est implantée dans les pays chauds; les bœufs prennent une toison d'autant plus épaisse qu'on les observe plus au nord. Ces modifications sont les caractères d'une situation nouvelle, que notre espèce seule sait créer, pour elle-même et pour celles qu'elle a réduites à son service ; c'est l'*acclimatement*. L'existence, chez les animaux domestiques, de ces modifications fonctionnelles ou même de formes, qui les rendent capables de se perpétuer sous un ciel inaccoutumé, fait prévoir que de semblables inflexions physiologiques ne sont pas impossibles de la part de l'homme.

Dans les contrées où les familles humaines sont denses, elles modifient elles-mêmes puissamment la faune, pour les besoins de leur défense ou simplement de leurs plaisirs. Les loups se raréfient dans toute la France ; il n'y en a plus en Angleterre. L'ours a disparu des Vosges et des Cévennes ; il est bien près d'en faire autant des Pyrénées, où le cerf n'existe plus. Il y a encore de rares bouquetins sur le versant espagnol des mêmes montagnes ; un chasseur de l'Ariège a abattu le dernier, en 1825, sur le versant français. Le castor se plairait encore partout en France, où il y en a eu beaucoup, si l'on n'avait profité de la faiblesse de ce rongeur pour le détruire ; en vain a-t-il changé son mode de construction et, au lieu de bâtir sur pilotis, se réfugie-t-il dans des terriers sur les bords du Rhône, son dernier asile dans nos contrées ; les crues du fleuve le chassent de ses demeures et le mettent à la merci de son ennemi. En revanche, les croisades nous ont apporté le rat, qui ne sert à rien et que l'on ne chasse que pour réprimer ses méfaits ; d'autres déplacements humains ont introduit en France le surmulot, venu de l'Inde ou de la Perse, il y a un peu plus de cent ans, et qui se substitue violemment au précédent. Tous ces faits sont des enseignements pour la zootechnie.

Les oiseaux, quoique parfaitement mobiles et échappant mieux que les quadrupèdes au chasseur, caractérisent encore les climats : — *a*, par les espèces sédentaires, comme l'autruche, la perdrix gambra, dans l'Afrique Nord. En France, la perdrix rouge est la seule, au midi ; la grise, seule au nord ; les deux variétés se mêlent dans le centre ; — *b*, par leurs migrations ; il y a des espèces qui émigrent entièrement (cailles, hirondelles, cigognes) cherchant

constamment une moyenne thermique de faibles oscillations; d'autres n'émigrent que partiellement, comme les rouges-gorges. Les alouettes, dans nos contrées, restent parmi nous si l'hiver n'est pas trop rude; quand le froid les force à se déplacer, elles se rapprochent du littoral Atlantique. Les martinets arrivent plus tard chez nous que les hirondelles et nous quittent plus tôt. Les grandes mouettes ne quittent pas les régions arctiques; quand on en voit sur nos côtes, elles y ont été emportées par un coup de vent, de même que les Baleines y arrivent poussées par des tempêtes.

3° *L'homme.* — Les rapports du climat avec l'homme se présentent sous deux aspects. D'une part, il y a des *modifications* ou nuances *physiologiques* du type humain, compatibles avec l'existence des individus et la permanence des familles; de l'autre, les *maladies* qui naissent des agents météorologiques et surtout les caractères que le climat de chaque zone imprime à la pathologie du territoire correspondant. A ce second aspect se rattache légitimement l'*emploi thérapeutique* du climat.

A. *Le climat modificateur physiologique. Acclimatement.* — Le climat a été l'un des facteurs principaux dans la constitution des *races humaines*, soit qu'on les envisage comme des *espèces*, dans le sens de Darwin, soit que l'on n'entende par ce mot, avec de Quatrefages, que des *variétés* d'une espèce unique. Aidé du temps, de la sélection naturelle et de quelque autre élément moins prévu, le climat est assurément capable d'opérer des modifications sérieuses sur les familles humaines et de provoquer la formation de types distincts. On ne s'explique pas pourquoi de Quatrefages s'approprie cet axiome et semble l'opposer à la doctrine darwinienne, qui peut également le revendiquer.

Ne pouvant aujourd'hui remonter plus haut que les temps historiques, qui relativement ne vont pas très loin, nous ne savons rien autre chose que ceci : qu'il y a des hommes sur presque tous les points de la surface solide du globe, à des latitudes et sous des climats profondément différents les uns des autres. Toutes ces régions ont-elles été colonisées successivement et de proche en proche, par une seule famille humaine, dont le berceau serait, par exemple, en Asie? ce n'est pas absolument impossible, mais c'est invraisemblable.

L'anthropologie et la linguistique comparées ont à peu près mis hors de doute qu'une race, évidemment très supérieure, la race aryenne, a fait autrefois preuve d'un cosmopolitisme de grande puissance, en s'étendant sur une grande partie de l'Asie et sur presque toute l'Europe. Elle a eu, il est vrai, à sa disposition, les siècles, la sélection naturelle, le séjour prolongé à chaque étape de ses vastes migrations, et le croisement avec les débris des races autochtones, comme il en existe des traces peu récusables. Cette race si bien douée pourrait-elle refaire le même chemin en sens contraire? est-elle capable d'étendre jusqu'au nouveau monde ses rameaux vivaces, franchissant même des latitudes qu'elle n'avait point abordées dans sa translation séculaire, et avec la rapidité des moyens modernes de locomotion à la vapeur?

Les races inférieures, nègres, Polynésiens, n'ont aucune tendance à

l'expansion, et l'expatriation est généralement funeste aux individus de cette provenance à qui on l'impose. Toutefois, le milieu moral est ici tout aussi dangereux à ces peuples en retard que le milieu atmosphérique nouveau; ils succombent presque aussi fatalement quand ce sont les Européens qui viennent à eux, chez eux. Si jamais les efforts contemporains, accomplis en vue de porter au cœur de l'Afrique la civilisation et la lumière, sont couronnés de succès, il faudra prendre des précautions infinies pour que l'épreuve ne coûte pas la vie aux populeuses tribus de ces régions, sommeillant dans une morne immobilité.

L'acclimatement réalisé se juge moins à l'individu qu'à sa descendance. Une race est *acclimatée* quand elle conserve : 1° sa force d'expansion démographique ; 2° sa longévité normale ; 3° son aptitude au travail physique ou intellectuel.

Par ailleurs, les caractères physiques ou moraux peuvent se modifier. L'accomplissement de ces modifications est l'*acclimatation*, et, quand elles sont devenues fixes, sans que les conditions requises plus haut s'amoindrissent, sans qu'il y ait aucun genre de décadence, l'*acclimatement* est fait.

Modifications physiques. — Il est très rare que les éléments purement météorologiques, par eux-mêmes, repoussent absolument l'homme, d'où qu'il vienne, et fassent obstacle à la persistance des races implantées, *si le sol n'est pas meurtrier.* Il n'y a d'exception à cette loi que pour les climats polaires (les Esquimaux eux-mêmes ne dépassent pas 82° de latit. N.) et pour quelques localités chaudes, rares, salubres du reste, comme Pondichéry et Bourbon, qui épuisent la vigueur des Européens et qu'il faut quitter un jour. Encore y a-t-il, à la Réunion, les *petits blancs*, souvent cités, qui cultivent et prospèrent, mais en habitant, il est vrai, les hauteurs.

Modifications morales. — Le courage, l'intelligence, les passions, par conséquent les mœurs et les lois, dériveraient des climats, selon Montesquieu; en réduisant leur rôle à celui de facteur important d'un état très complexe, cette vue est parfaitement exacte. Le physique influe sur le moral, pas aussi fatalement peut-être que le pensait Cabanis, mais un peu plus que ne semble l'admettre Fonssagrives; « les climats, dit le savant professeur de Montpellier, ne sont pas sans influence sur les modalités *accessoires* de la vie morale des peuples, sur leur *caractère;* mais leur action ne va pas au delà et elle n'atteint en rien les facultés de conscience... » La réalité est plus large que les scrupules de l'école spiritualiste.

Conditions d'aptitude a l'acclimatement. — 1. *Le peu de changement de latitude.* — Les migrations de familles humaines dans le sens des lignes parallèles et surtout le long d'un même parallèle sont en général faciles et heureuses. Les Anglais et les Français ont aisément colonisé le nord de l'Amérique. Lorsque le déplacement se fait dans le sens du méridien, il y a avantage à s'élever un peu vers le nord, ou plus exactement, à passer sous une isotherme plus faible. En 1678, 10,000 Français fondèrent la colonie du Canada; ils sont aujourd'hui un million, après avoir traversé des épreuves politiques et sociales indépendantes de leur volonté. L'Acadie fut colonisée en 1671 par 47 familles françaises, comprenant 394 per-

sonnes; les Français d'Acadie sont aujourd'hui plus de 100,000, malgré les persécutions et les massacres dont l'Angleterre s'est souillée à leur égard (Halifax, 44°,36′ lat. N., températ. moyenne annuelle 6°,2; Montréal, 45° 31′ lat. N., moy. ann. 6°,5). Néanmoins, le penchant uniforme des peuples les entraîne plutôt à coloniser vers le sud et sous des isothermes plus élevées. Mais ce n'est pas toujours un obstacle à l'acclimatement; les Allemands, qui réussissent mal dans notre Algérie, pullulent d'une façon effrayante aux États-Unis (Boston, moyenne ann. 9°,3 ; Washington, 12°, 7). Bien plus, ils ont fait, au Brésil (Simonnot), la colonie de San-Leopoldo, avec 120 familles qui, en quarante-cinq ans, ont monté à 120,000 individus.

2. *Les dispositions ethniques.* — On signale vulgairement et à juste titre l'étonnante malléabilité des Juifs, qui se sont répandus dans le monde entier, conservant sensiblement partout leur type de race et se maintenant à peu près sans croisement. Car, malgré quelques contestations du fait (Boudin) et de rares exceptions, les Juifs ont jusqu'aujourd'hui subi intégralement les conséquences, bonnes ou mauvaises, de l'isolement que la doctrine pharisaïque leur a créé et religieusement perpétué au milieu des autres peuples. Toutefois, ceux qui prospèrent si bien dans quelques villes d'Allemagne, où l'on peut prévoir qu'un jour ils en seront les seuls habitants, ne sont pas des Sémites, mais bien des Germains et des Slaves convertis au judaïsme (Voy. HYGIÈNE SPÉCIALE : *Groupes ethniques*).

Les Chinois ont remplacé les esclaves, comme travailleurs libres, dans quelques colonies anglaises; ils font, en Amérique, une rude concurrence aux hommes du pays, dans l'exploitation des mines. Le commerce et la finance sont entre leurs mains, dans les grandes îles asiatico-océaniennes. Toutefois, ils ne réussissent pas comme travailleurs aux Antilles, à la Réunion, à la Guyane.

Nous venons de noter la remarquable aptitude des Français, des Anglais, des Allemands, à l'acclimatement dans le nord de l'Amérique. Lorsqu'il s'agit de pays intertropicaux, ces heureuses dispositions s'évanouissent d'ordinaire; la population blanche de la Guadeloupe a peine à se maintenir, même en s'abstenant du travail manuel. Une famille européenne fait exception à la règle, ce sont les Espagnols. A eux appartient l'avenir des républiques américaines du Centre et du Sud. On a fait remarquer, et la chose en valait la peine, que les Espagnols sont bien loin d'être des Latins purs; ce ne sont même pas, originairement, des Aryas au même titre que les autres familles gréco-latines. Il y a des raisons sérieuses de croire que les Ibères sont d'un sang africain, ou atlantique (G. Lagneau); de plus, à travers les siècles, l'Afrique se remit maintes fois en relations avec la Péninsule, par Carthage, les Maures, etc. L'infusion de sang romain, puis germanique, n'a pas absolument prévalu sur ces éléments fondamentaux. Aussi l'Espagnol n'est-il point dépaysé dans les latitudes voisines des tropiques, et n'a-t-il aucune hésitation devant l'accouplement avec l'Indienne ou la négresse, pour peu que, de gré ou de force, il ait été versé à la femme une goutte d'eau sur la tête. Ces colons prospèrent merveilleusement, plus que

chez eux, dans notre Algérie ; le tableau ci-dessous donne une idée de cette aptitude surprenante :

Race espagnole.

	Natalité p. 1000.	Décès p. 1000.
En Espagne	37	27
A Cuba	41	24
En Algérie	46	34

Les Italiens, au sud de la Méditerranée, s'implantent également bien. En Algérie, en particulier, pour la période 1867-1872, ils ont eu 40 naissances contre 29 décès et, dans l'année 1872 seule, qui est évidemment exceptionnelle, 43,4 naissances pour 1,000 contre 22,8 décès.

La statistique de 1882 donne, pour les Français en Algérie, les chiffres suivants, que nous rapprochons du mouvement démographique en France :

	Naissances p. 1000.	Décès p. 1000.
En France (1882)	24,8	22,2
En Algérie (1877-1881)	33,3	29,2

En 1874, Ricoux, Algérien de naissance, constatait qu'à Philippeville, il y avait 42,8 naissances et 31,1 décès p. 1000 vivants pour toute la population européenne, mais que les chiffres pour les Français devaient être ramenés à 39,6 naissances et 30,8 décès.

Dans la période 1873-1876, il y a 1,174 naissances contre 1,000 décès, l'excédent étant toujours fourni par les races méridionales (Maltais, Italiens, Espagnols), tandis que les Allemands sont toujours en déficit.

En 1884, les Français d'Algérie compensaient de plus en plus leurs pertes ; 120 naissances pour 100 décès. En 1886, 133 naissances contre 100 décès. Il convient, d'ailleurs, de remarquer que, si la mortalité a un chiffre proportionnel élevé, les naissances sont également très nombreuses, ce qui est la caractéristique d'un mouvement démographique vigoureux (comme en Prusse). En outre, depuis 1886, le sexe masculin a cessé de compter plus de décès que de naissances, ce qui avait constitué jusque-là un fâcheux pronostic pour l'avenir; aujourd'hui, le nombre des naissances est supérieur à celui des décès chez les garçons comme chez les filles.

3. *Les mœurs et les habitudes des colons.* — Beaucoup des immigrants français à la Guadeloupe étaient des gentilshommes, qui n'avaient pas l'habitude du travail dans la mère patrie ; comment l'auraient-ils prise aux Antilles? Les *petits blancs* de la Réunion, d'une extraction plus modeste, ont pu vivre de la culture et de leurs propres bras. En Algérie, les premiers colons, gens aventureux, déclassés, disposés à vivre d'industries de bas étage plutôt que de la culture, ne pouvaient rien prouver pour ni contre la vitalité de la colonisation européenne en Afrique. On commit la faute d'y donner des concessions de terre à des acteurs, comme le ministre Choiseul l'avait fait en 1763 pour la Guyane. Plus tard (1852), un gouvernement issu de la violence y expédia des Français qui n'appréciaient pas le procédé de « sortir de la légalité pour rentrer dans le droit » ; ces colons

malgré eux ne pouvaient guère être animés de dispositions favorables, et c'était jeter un singulier jour sur la colonie. Néanmoins ces bannis étaient gens de cœur; beaucoup se sont pris d'affection pour la nouvelle patrie et il se trouve aujourd'hui qu'elle leur est redevable d'une bonne part de son développement.

Un grave écueil dans l'acclimatement des Européens aux pays chauds a toujours été la conservation par eux des habitudes alimentaires anglaises, françaises ou germaniques. Cette délicate épreuve n'admet pas l'intempérance, et l'alcool y est autrement nuisible que sous les climats froids. Ajoutons qu'il faut savoir aussi adapter le vêtement et l'habitation aux conditions nouvelles, répartir d'une façon appropriée les heures de travail et celles du repos. On a tout d'un coup élevé le niveau sanitaire des troupes d'Algérie en sonnant la retraite à 10 heures du matin et la diane à 2 heures après midi, pendant les mois d'été ; les soldats rentrent et se reposent à la caserne pendant les heures les plus chaudes du jour.

La sobriété est au moins une partie du secret du facile acclimatement des Juifs, des Chinois, des Espagnols et même des méridionaux de France, en Algérie et ailleurs.

Il convient de noter, comme restriction à ce qui concerne les Juifs, qu'ils recherchent les villes, où l'influence du sol est médiocre, et qu'ils manient beaucoup plus l'argent et les marchandises que la pioche ou la charrue. Dans certaines contrées d'Autriche, où ils travaillent de la même façon que les chrétiens, ils meurent autant et plus que ceux-ci.

On doit rapprocher des mœurs et des habitudes des individus l'état social, politique et religieux du peuple auquel ils appartiennent, ou qu'ils ont formé sur la terre nouvelle. Il est à présumer que l'écroulement de l'empire romain avait tout ce qu'il fallait pour emporter avec lui la colonisation latine de l'Afrique au septième siècle ; les dissensions religieuses, en outre, y aidaient merveilleusement. Bertillon n'a peut-être pas attaché à ces circonstances l'importance qu'elles ont réellement, lorsqu'il a cru pouvoir prendre cette disparition de la colonie gallo-romaine comme une preuve des chances mauvaises de l'acclimatation des Français en Algérie. Les républiques latines d'Amérique eussent prospéré davantage, si elles n'avaient eu à lutter d'abord contre les fâcheuses traditions politiques de l'Espagne et si elles n'étaient encore imprégnées d'une religion peu favorable à l'expansion de l'activité humaine.

4. *L'aptitude aux croisements et les éléments du croisement.* — Les croisements de la race hispano-ibérique avec les familles indiennes du nouveau monde et même avec les nègres transportés d'Afrique ont été *eugénésiques*, selon l'expression consacrée, et ont donné lieu à une véritable race nouvelle, que les Anglo-Saxons des États-Unis n'ont ni le penchant ni probablement le pouvoir de produire dans les domaines qu'ils occupent. Ici, les descendants de mulâtres retournent à l'un des types primitifs, blanc ou noir; et c'est grave, s'il est vrai, comme on l'a dit, que la race anglo-saxonne perde à la créolisation; que les masses musculaires des mollets s'effacent chez les vrais Yankees et les mamelles chez leurs femmes, peu fécondes

d'ailleurs et pratiquant l'avortement. Tandis que la race métisse hispano-américaine a les caractères d'une famille désormais fixée, se reproduisant avec ses attributs mélangés, l'idéal de la créolisation réussie. Jourdanet entrevoit pour elle l'avenir le plus brillant, et de Quatrefages, qui est du même avis, s'appuie sur ces faits considérables pour répéter sa formule, que le climat, aidé du temps et du métissage, est un modificateur irrésistible. Ces croisements heureux ont eu lieu entre des races point trop éloignées l'une de l'autre; c'est la condition de fécondité indéfinie des produits. Lorsque le croisement a lieu entre deux types placés aux extrêmes de divergence, les produits sont presque des hybrides; or, les métis sont féconds entre eux; les hybrides, non.

Pour la colonisation européenne en Algérie, Vallin proscrit l'union des Français du Nord et surtout des Alsaciens *entre eux;* il recommande les mariages de ces familles avec les Français venus du Midi, entre Alsacien et Provençale par exemple, les alliances des Français de toute zone avec les familles espagnoles, italiennes, maltaises, à la rigueur avec les Kabyles, dont les veines ont peut-être reçu jadis quelque infusion de sang européen. Quant aux unions de Français avec des femmes arabes, voire des filles de Colouglis, qui parurent un instant pleines de promesses à nos généraux et à nos médecins (Félix Jacquot; A. Vital), il pense judicieusement que les facteurs sexuels, en pareils cas, sont trop foncièrement étrangers l'un à l'autre pour arriver à procréer une véritable race créole douée d'attributs transmissibles de génération en génération. D'ailleurs les obstacles sociaux et religieux suffisent à rendre extrêmement rares ces accouplements sans avenir.

5. *Le sol et les localités.* — Partout où le sol n'est pas insalubre, le problème de l'acclimatement est singulièrement simplifié. Il est rare que la chaleur seule fasse absolument obstacle aux déplacements humains et à l'implantation des familles émigrées. Quand elle s'ajoute à l'influence d'un sol insalubre, le danger est à son comble et les difficultés deviennent extrêmes, sinon insurmontables. En Algérie, c'est le sol, à coup sûr, qui repousse les Européens, bien plus que le climat. On s'en aperçoit mieux de jour en jour et, justement, par suite de cette circonstance très heureuse, que l'homme civilisé se montre capable de maîtriser ce sol redoutable lui-même. Il va sans dire que cette victoire a été chèrement achetée.

Quel que soit le sol abordé par l'émigrant, il est impossible que certains de ses points ne soient pas préférables à d'autres. En général, les lieux élevés ont plus de tolérance que la plaine, quoique celle-ci ait plus de séductions pour le colon. C'est en occupant d'abord ces localités, qui se présentent avec des caractères de salubrité probable, que les colons devront essayer le climat nouveau ; s'ils descendent dans la plaine pour la culture, qu'ils aient au moins leur habitation sur la hauteur, selon le judicieux conseil de Treille. Revenons encore à l'exemple des petits blancs de la Réunion, qui se maintiennent en cultivant le sol, mais qui habitent la partie montagneuse de l'île. Les Anglais de l'Inde retardent l'obligation du rapatriement à l'aide de leurs *sanitaria* de l'Himalaya.

Action stabilisante du climat. — Quand une nation s'est formée au moyen d'éléments ethniques divers, les uns autochtones, d'autres immigrés en une ou plusieurs fois, la famille nouvelle prend des caractères dominants, qui peuvent passer pour une résultante des attributs de tous les composants. Mais, peu à peu, tout ce qu'il y avait de saillant dans les attributs primitifs s'émousse et s'atténue; l'ensemble finit par prendre une nuance uniforme, dont les attributs particuliers ne sont que des accidents; la nation nouvelle, d'origine très complexe, finit par être *une*, à la condition que les propriétés du sol et du climat ne diffèrent point considérablement, d'une extrémité à l'autre du territoire occupé. La part d'influence que possède le climat vis-à-vis de cette uniformisation est incontestable, il tend incessamment à monter les économies à sa note propre ; c'est pour cela qu'elles finissent par se ressembler essentiellement. Lorsque le point d'adaptation parfaite de la vitalité au climat est atteint, les mêmes influences ne cessent point d'agir, mais, naturellement, ne peuvent faire autre chose que maintenir l'harmonie obtenue. Comme on le voit, c'est toujours la même force, celle que de Quatrefages appelle l'action « stabilisante » du climat. La population actuelle de la France, fournie originairement et à des dates très diverses par des rameaux ethniques extrêmement nombreux, offre, à notre avis, un remarquable exemple d'effets heureux de cette action du climat. Malgré les nuances intéressantes, que les anthropologistes y retrouvent aisément, le peuple français est certainement un des plus homogènes que l'on puisse rencontrer, tant sous le rapport des caractères physiques que sous celui des dispositions et des aptitudes morales et intellectuelles.

B. *Le climat modificateur étiologique.* — Nous avons, jusqu'à présent et, croyons-nous, avec raison, toujours décomposé le climat en ses facteurs, au point de vue du rôle étiologique; nous avons trouvé des maladies de la chaleur ou du froid, de la sécheresse ou de l'humidité, de la dépression ou de la compression, ou des influences de quelqu'un de ces ordres, aidant à l'éclosion, à la prédominance, aux caractères spéciaux de maladies qui ne relèvent pas primitivement d'un agent météorologique. Reste-t-il, après cela, des *maladies des climats ?* Oui, sans doute ; parce qu'en dehors des éléments météorologiques isolés, il y a le mode, la succession, la combinaison de ces éléments, ce que l'on peut appeler le « régime » climatique. Des régimes divers doivent comporter des influences sanitaires également différentes, soit d'un pays à un autre, soit dans le même pays, d'une année ou d'une saison à la suivante. Cette loi s'est imposée, depuis Hippocrate, à l'esprit de la plupart des médecins qui ont étudié et suivi l'histoire des épidémies. Malheureusement, elle est à peu près restée à l'état de tradition et d'intuition ; il ne paraît pas que la doctrine des *constitutions médicales* ait jamais éclairé la pathologie, autrement qu'en décomposant la soi-disant constitution en ses facteurs étiologiques, le froid, le chaud, l'humide, etc. Depuis vingt ans, la Société médicale des hôpitaux de Paris enregistre simultanément les observations météorologiques et la statistique des maladies et décès ; elle est arrivée, dit E. Besnier, le laborieux auteur des Rapports qui réunissent ces deux éléments, à « démontrer la réalité des constitutions médicales bénignes ou malignes ; la variabilité des différentes affections à des époques diverses ; la variabilité du pouvoir contagieux d'une même affection à différentes périodes... » ;

mais en quoi la climatologie a-t-elle pesé sur ces variations, en dehors des influences précises et d'ordre banal, signalées précédemment? Est-ce la pluie ou le beau temps qui a fait que, pendant un an ou deux, le virus de la variole restait stérile à Paris, ou bien n'est-ce point plutôt une modification spontanée, encore inconnue, dans les propriétés du virus lui-même? La découverte de l'atténuation des virus, par Pasteur, entr'ouvre à cet égard de nouveaux horizons ; il est très possible que les oscillations épidémiques d'un certain nombre de maladies soient précisément dues à des atténuations ou à des recrudescences d'activité des virus, dont le mécanisme ne nous est pas révélé. Nous savons que le froid ou le chaud, le sec ou l'humide, entravent ou favorisent le développement et la sporulation des microorganismes. Et c'est beaucoup ; mais l'atténuation *spontanée*, pour être très probable, ne nous est pas démontrée. Nous sommes donc encore loin de savoir comment les actions météorologiques pourraient l'obtenir.

En d'autres occasions, le climat agit sur les *milieux*. C'est d'abord par les effets de la chaleur et de l'humidité sur le sol que s'expliquent les lois d'*exacerbation estivo-automnale* de la fièvre typhoïde, d'Ernest Besnier, et d'*oscillations inverses* du typhus et de l'eau souterraine, de Pettenkofer.

D'une consciencieuse étude de l'influence des climats sur la fréquence de la *lithiase urinaire*, Rey a pu conclure que cette influence « est nulle ou tout au moins fort problématique ».

La *fièvre typhoïde* nous a toujours paru fort cosmopolite. En 1882, Saint-Vel assurait qu'elle « n'existe pas sous les tropiques » ; Poincaré (1884) la signale néanmoins comme très fréquente à Sainte-Hélène, fréquente en Indo-Chine et assez fréquente au Mexique et aux Antilles.

La *phtisie* ne respecte que les régions polaires et les hauts sommets, c'est-à-dire les climats très froids et, sans doute, ceux où l'âpreté du ciel et l'infécondité du sol oblige les humains à vivre épars et sans relations fréquentes d'un groupe à l'autre.

Mais l'on voit que nous quittons le terrain de l'étiologie par les climats, dans laquelle, comme il a été dit plus haut, on trouve peu de lois ressortant du complexus météorologique, mais qui est au contraire fort riche si l'on décompose le climat en ses éléments. Nous ne pouvons que renvoyer à ce qui a été dit de ceux-ci.

En résumé, les maladies de climats banales sont essentiellement des maladies de la chaleur, du froid, du sec, etc. ; quant aux affections spécifiques, elle trouvent dans la météorologie un auxiliaire ou un obstacle et souvent, dans le régime climatique, un régulateur.

Il est utile d'ajouter aux notions que nous avons fixées, en ce qui concerne l'acclimatement, celles que Saint-Vel a recueillies sur les dangers qui menacent les créoles retournant aux pays tempérés. Les maladies *a frigore*, la broncho-pneumonie, le rhumatisme, les néphrites, marquent volontiers cet acclimatement en sens inverse, avec un certain nombre de manifestations fébriles ou névralgiques, qui sont un effort de l'impaludisme colonial antérieur.

Prophylaxie. — Les mesures d'hygiène à conseiller selon les climats ressemblent à l'étiologie. On ne lutte pas contre la synthèse météorologique, mais contre le froid, le chaud, le sec, l'humide, etc. A vrai dire, les chances de l'homme sont peu étendues ; il ne peut modifier les propriétés de l'air que dans ses abris et d'une façon imparfaite et temporaire.

Les périls, toutefois, ne sont pas les mêmes, pour les individus qui sont nés et ont vécu sous un climat excessif, que pour les nouveaux venus; ceux-ci ont à supporter tous les risques de l'acclimatement et ne peuvent, souvent, en faire bénéficier que leur descendance.

La protection *contre le froid* est dans l'usage de vêtements épais, faits de tissus mauvais conducteurs ou de fourrures; dans des abris solides et capables de conserver la chaleur artificielle sans faire obstacle à l'aération ; dans les divers procédés de chauffage. L'alimentation doit être généreuse. L'alcool est plus nuisible qu'utile.

Les maisons en bonne maçonnerie, et non en bois ni *paillotes*, protègent aussi *contre la chaleur;* on doit, dans les pays chauds, y assurer une large ventilation, mais en évitant que les courants d'air rencontrent les habitants. Les vêtements peuvent être légers; mais il ne faut pas oublier que « la flanelle est réellement le tissu des pays chauds » (Maurel). On mettra un soin particulier à protéger la tête (casque, parasol), et aussi les pieds, dans l'intérêt du derme. Le travail au dehors doit être suspendu pendant les heures du milieu du jour; la *sieste* est utile, pourvu que le repas qui la précède ne soit pas trop copieux. Selon Treille, l'Européen devra s'abstenir, sous les tropiques, d'exercer par lui-même la profession d'agriculteur. Le bain froid (25°) de 10 à 15 minutes est éminemment salutaire. Maurel déconseille, au contraire, la douche qui excite la peau, dont le fonctionnement est déjà excessif. Il faut se nourrir, sous les climats chauds, comme ailleurs; mais la toxicité de l'alcool s'y élève comme la température.

C. *Le climat modificateur thérapeutique.* — Il n'est à la portée que du petit nombre des malades de pouvoir user des propriétés curatives des climats ; il faut, dans cette médication, aller à la rencontre du médicament et, malgré les chemins de fer, les déplacements restent toujours onéreux.

Au titre thérapeutique, le climat agit : 1° par changement des conditions étiologiques; 2° en favorisant la médication proprement dite ; 3° (le plus souvent) en fournissant un milieu météorologique indifférent. C'est le cas pour la *phtisie*, l'affection sur laquelle ont convergé essentiellement les efforts de la climatologie médicale. Plus que jamais il convient de répéter, à son propos, que les moyennes fictives ont bien moins de valeur que les oscillations mensuelles, diurnes, nycthémérales, en un mot, que la modalité climatique. On s'accorde à reconnaître que sa curation exige : des moyennes hibernales assez élevées, estivales modérées, un climat *constant*. C'est pour cela, et non à cause de l'*air marin*, que Montpellier, Arcachon, Alger, Hyères, Cannes, Nice, Monaco, Menton, Ajaccio, Madère, etc., sont utiles aux phtisiques. L'air marin est bon *en mer*, à cause de sa pureté ; mais il ne faut pas le chercher dans les villes du littoral, où il s'imprègne des effluves terrestres sans dépouiller pour cela ses propriétés météorolo-

giques; Dunkerque, ni même Cherbourg, ne sont avantageux à la phtisie. Les pays chauds, à ce titre, ne le sont pas plus (J. Rochard); la chaleur élevée et continue épuise le reste de forces des tuberculeux et surexcite leurs nerfs. Les phtisiques doivent même fuir les pays chauds en été. Les règles à suivre ont été tracées par le médecin anglais H. Bennet qui, phtisique lui-même, n'a eu qu'à raconter sa propre histoire : « Pendant deux ans, je restai entièrement en dehors de la vie active, passant les étés à pêcher en bateau sur les lacs sauvages et isolés de l'Écosse, les hivers à Menton... »

Le traitement de la phtisie par le séjour des stations alpestres relève d'influences climatiques très spéciales, qui ont été indiquées en leur lieu, et surtout de l'extrême pureté de l'air, au point de vue des souillures organiques et des microbes. Il y a là une preuve par les contraires de l'opinion de Brown-Séquard sur l'influence de l'air confiné vis-à-vis du développement de la phtisie.

Beaucoup moins communément qu'à la phtisie, on applique la médication par le climat : à la *scrofule*, que l'on envoie dans les climats secs, à air vif; aux *rhumatisants* (chroniques), que l'on dirige vers les pays chauds; aux *dyspeptiques*, en les conduisant sous un climat froid, tonifiant, etc. D'ailleurs, le climat-médicament est en quelque sorte susceptible d'être dosé, comme les agents de la pharmacopée ; les malades ne doivent donc en user que sous la direction d'un médecin.

Bibliographie. — Lombard (H. Cl.) : *Traité de climatologie médicale.* Paris, 1877-1880, et *Atlas de la distribution géographique des principales maladies.* Paris, 1880, avec 25 pl. col. — Vallin (Em.) : *Colonisation* (Dictionn. encycloped. des sciences méd. 1877). — Williams (C. T.) : *The influence of Climate in the prevention and treatment of pulmonary consumption* 1877. — Arnould (J.) : *France. Climatologie* (Dict. encycl. des sciences méd. 1879). — Drouineau (G.) : *De l'observation météorologique au point de vue de l'étude du climat de la France* (Revue d'hyg., II, p. 294, 1880). — Ricoux : *La démographie figurée de l'Algérie.* Paris, 1880. — Bennet (J. H.) : *La Méditerranée. La rivière de Gênes et Menton comme climat d'hiver et de printemps.* Paris, 1880. — Besnier (E.) : *De la recherche des lois qui régissent les épidémies en général. Détermination de la loi saisonnière de la fièvre typhoïde en particulier* (Bull. Acad. de méd., n° 47, 1880). — Vercoutre : *Étude sur une forme non encore décrite d'hallucinations dites panoramiques* (Rec. de mém. de méd. milit., XXXVII, p. 47, 1881). — Beneke (F.-W.). : *Zur klimatischen Behandlung der Lungenschwindsucht.* Norden und Norderney, 1881. — Nielly : *Éléments de pathologie exotique.* Paris, 1881. — Jaccoud (S.) : *Curabilité et traitement de la phtisie pulmonaire.* Paris, 1881. — Saint-Vel (O.) : *Les maladies des créoles dans les climats tempérés* (Gazette hebdomad. de méd. et de chir., p. 291, 1882). — Hann : *Handbuch der Klimatologie.* Stuttgart, 1883. — Rey : *De l'influence des climats et des races sur la fréquence de la lithiase urinaire* (Annal. d'hyg., 3e série, X, p. 37, 1883). — Bordier (A.) : *La Géographie médicale.* Paris, 1883. — Marix : *Étude médicale sur le Djérid et le Sud tunisien* (Arch. de méd. milit., IV, p. 1384). — Hyades : *Notes hygiéniques et médicales sur les Fuégiens de l'archipel du cap Horn* (Revue d'hyg., VI, p. 550, 1884). — Poincaré (Léon) : *Prophylaxie et géographie médicale.* Paris, 1884. — Vallin (Em.) : *Le mouvement de la population européenne en Algérie* (Revue d'hyg. VI, p. 177, 1884). — Bourru (H.) : *Le Tonk-king* (Ann. d'hyg., 3e série, XI, p. 16, 1884). — Courtois : *Aperçu topographique de la partie nord de la Tunisie* (Archives de méd. milit., III, p. 260, 1884). — Langerhans (L.) : *Handbuch für Madeira.* Berlin, 1885. — Weber (Hermann) : *Climatothérapie.* Trad. de l'allemand par A. Doyon et P. Spillmann. Paris, 1886. — Maurel (L.) : *Contribution à l'hygiène des pays chauds* (Association franç. pour l'avancement des sciences : 15e session, à Nancy, t. II, p. 1010. Paris, 1887. — Morand (J. S. L.) : *Le poste de Nam-Dinh dans le delta du fleuve Rouge* (Archives de méd. milit., X, p. 1, 1887). — Villedary (L.) : *Quelques considérations sur la topographie, le climat et la morbidité du Haut-Tonkin, à*

propos du poste de Than-Moï (Arch. de méd. milit. X, p. 208, 1887). — TREILLE (G.) : *De l'acclimatation des Européens dans les pays chauds* (Congrès internat. d'hyg. à Vienne, 1887). — REY (H.) : *Le Tonkin*. Paris, 1888.

Consulter. — KÆMTZ : *Cours complet de Météorologie*. Trad. et annoté par Ch. Martins. Paris, 1843. — MARTINS (Ch.). *Patria. La France ancienne et moderne*. Paris, 1847. — BOUDIN (J. Ch. M.) : *Traité de géographie et de statistique médicale*. Paris, 1857. — MÜHRY : *Klimatographische Uebersicht der Erde*. Heidelberg und Leipzig, 1866. — DOVE (H. W.) : *Ueber die meteorologische Unterschied der Nordhälfte und der Südhälfte der Erde* (Monatsberichte der Berliner Akademie, 1873). — FONSSAGRIVES (J. B.) : *Climat* (Dictionn. encyclop. des sciences méd., 1885).

CHAPITRE IV

LES ORGANISMES INFÉRIEURS.

Le rôle immense que les découvertes contemporaines de Pasteur, de Koch et de leurs élèves ou émules ont assigné aux microorganismes dans les phénomènes biologiques, y compris une foule de faits, que l'on croyait d'une essence différente et qui sont rentrés aussi dans l'ordre biologique, justifie l'introduction du chapitre actuel dans un traité d'hygiène. Les microorganismes pénètrent tellement les milieux naturels, l'air, le sol et l'eau, qu'ils pourraient être considérés comme étant eux-mêmes le plus vaste et le plus inévitable des milieux. D'autre part, ils sont de puissants *modificateurs* des milieux, des aliments et de l'homme lui-même.

Il semble qu'il y ait comme un grand cercle microbiologique. Les microorganismes pullulent dans les premières couches du sol et y décomposent toutes les matières organiques mortes ; ce sont les réels épurateurs. Leur œuvre terminée et leur période de développement accomplie, ils sont soulev s par les courants d'air, avec les parcelles pulvérulentes qui les portent, et dirigés vers la surface de l'Océan qui les retient et les engloutit.

C'est une force irrésistible et aveugle, comme toute loi naturelle. Si, au cours de ce grand travail, les objets qui nous sont utiles ou nécessaires, comme les aliments, se trouvent sur le passage des microorganismes ; si l'homme lui-même offre par quelque point une prise à leur action, celle-ci continue à s'exercer suivant le mode ordinaire ; il y a seulement erreur de lieu. Ce sont les manifestations qui en résultent que nous appelons *corruption* chez les denrées alimentaires, *maladies* chez l'homme. Les variantes dépendent des nuances qui existent dans la modalité de nutrition des microorganismes.

L'intervention des infiniment petits dans l'origine des maladies a été maintes fois soupçonnée avant l'époque actuelle ; mais il fallait d'abord démontrer l'existence de ces êtres invisibles. A cet égard, Leuwenhœck (1680) et Ehrenberg (1828 sont les précurseurs des bactériologues modernes.

Bassi qui, en 1835, montra que la *muscardine* des vers à soie est due au développement d'un champignon, Tulasne, de Bary, qui mirent hors de doute la nature parasitaire de certaines maladies des céréales, des pommes de terre, etc., préparaient l'avènement de la théorie parasitaire appliquée aux maladies infectieuses.

Mais, à cette époque et pendant une quarantaine d'années encore, l'attention des savants était plutôt accaparée par le rôle des germes de l'air dans la *fermentation* et les phénomènes analogues. Cagniard-Latour, en 1836, annonçait que la levûre qui fait fermenter l'eau sucrée est un végétal vivant. F. Schulze, la même année, démontrait que les liquides putrescibles, soumis à la coction qui tue les germes, ne se décomposent plus si l'on empêche, au moyen d'une couche d'huile, l'air d'y revenir ou que l'on fasse passer celui-ci à travers l'acide sulfurique. En 1837, Schwann obtenait le même résultat en débarrassant l'air de ses germes par la chaleur. Schrœder et von Dusch (1854) filtrèrent l'air sur des tampons de ouate. Pasteur (1862) obtint la retenue des germes au moyen du col allongé et tortueux, donné aux ballons renfermant les liquides fermentescibles bouillis.

Si donc l'air dépouillé de ses germes était incapable de faire fermenter ou de troubler les liquides organiques, c'est que rien dans sa constitution chimique n'est apte à déterminer ce phénomène et que les agents de la fermentation se trouvent parmi les êtres vivants que l'on a retenus ou tués. En vain des savants de moins en moins nombreux ont cherché, contre ces faits nouveaux, à relever la doctrine de l'*hétérogénie*, *abiogenèse* ou *génération spontanée* (Pouchet, 1858); en vain une petite école a essayé, jusque dans ces derniers temps, d'introduire dans la science certains *microzymas*, éternels et indestructibles, expression dernière de la forme vivante, desquels procéderaient les ferments animés. Il est absolument certain que le suc de raisin, le jaune d'œuf, le lait, le sang, ne fermentent point et ne se peuplent pas d'organismes, s'il ne leur arrive que de l'air *pur*, c'est-à-dire dépouillé de ses germes. Ce qui ne prouve pas qu'à côté des *ferments figurés* il n'y ait des *ferments solubles*.

Pasteur a d'ailleurs distingué les diverses fermentations et précisé quels organismes ont pour fonction la fermentation alcoolique, quels autres la fermentation lactique, butyrique, etc. Il lui a paru que la fermentation se fait au mieux dans les solutions sucrées, lorsqu'on supprime l'accès de l'air, et qu'en général un organisme est d'autant mieux adapté à être ferment, qu'il a moins besoin d'oxygène libre. D'où les deux classes d'organismes *aérobies* et *anaérobies*, moins importantes qu'on ne le croyait, depuis qu'on connaît une troisième classe d'organismes *indifférents*, qui peuvent être tantôt aérobies, tantôt non, selon les conditions du milieu.

En pathologie, Rayer et Davaine, en 1850, avaient remarqué des filaments dont la présence dans le sang est l'un des caractères de la maladie des ruminants vulgairement appelée *sang de rate*. Pollender (1855) et Brauell (1858) revirent ces filaments et les firent connaître. Davaine donnait encore, en 1854, le titre d'*infusoires* à ces organismes parasitaires. C'est seulement en 1863 qu'il proclama formellement que les maladies charbonneuses relèvent d'un parasite, la *bactéridie*, selon son appellation d'alors, et que tel est le virus charbonneux. Le sujet a été, comme on sait, repris par Pasteur, qui a traduit avec un grand éclat la découverte nouvelle en une application vaccinale de première importance pour l'élevage des bestiaux, et par Robert Koch, qui a reconnu, en 1876, la sporulation du parasite et complété son histoire naturelle.

A ce moment (1865), la doctrine faillit être très compromise par le professeur Hallier (d'Iéna) qui, partant du fait très exact, mais encore mal connu, du *polymorphisme* des champignons, crut avoir saisi la transformation des virus en moisissures, dans son laboratoire, où n'étaient pas prises les précautions que l'on regarde aujourd'hui comme élémentaires, vis-à-vis de l'ensemencement spontané des germes de l'air sur les milieux de culture où l'on a l'intention de développer un organisme moins banal. Mais il est inutile de rappeler cette phase négative de l'histoire de l'étiologie parasitaire (ou *vitaliste*, comme on dit en Allemagne).

En 1867, le *pansement de Lister* et, jusqu'à un certain point, le *pansement ouaté* d'Alphonse Guérin donnèrent raison en bloc à la théorie d'après laquelle l'air était capable d'apporter aux plaies découvertes les germes de septicémies diverses. On exagérait peut-être l'importance de la véhiculation par l'air; mais l'on ne se trompait point en enveloppant le blessé et les chirurgiens d'une atmosphère et d'objets antipathiques à la vitalité des germes, en éloignant de la plaie les éponges, les instruments, les mains des aides, chargés de substances infectieuses.

Les travaux de Klebs (1873), Billroth (1874), Ferdinand Cohn (1875), Nägeli (1877), vulgarisaient les notions scientifiques relatives aux microorganismes. Les découvertes dans le domaine de la pathologie infectieuse n'allaient pas tarder à se multiplier. Obermeier fit connaître, en 1873, les spirilles du *typhus à rechutes;* Recklinghausen, Klebs et surtout Eberth, dès cette même époque, apercevaient le bacille de la *fièvre typhoïde*, qu'Eberth devait différencier absolument en 1881. Pasteur (1879) expliqua la pathogénie de la *flacherie* des vers à soie, puis, en 1880, annonça les curieuses propriétés du microbe du *choléra des poules*, soupçonné antérieurement par Moritz et décrit par Perroncito (1878) et Toussaint (1879). Armauer Hansen (1879) avait découvert la bacille de la *lèpre;* Neisser (1879), le microcoque de la *blennorrhagie*. Robert Koch, après avoir étudié les organismes de la *septicémie* et du *charbon*, démontra le bacille de la *tuberculose*, en 1882; puis, en 1884, le bacille-virgule du *choléra*. Le microbe de la *pneumonie* infectieuse était dénoncé au même moment, par Friedländer et Frobenius; celui de la *morve*, par Capitan et Charrin, en France, par Löffler et Schütz en Allemagne (après avoir été signalé par Christôt et Kiener, en 1868). Il faut y ajouter quelques parasites dont la spécificité est moins certaine; celui de la *diphtérie* (Œrtel, Klebs, Löffler, Emmerich); celui de la *syphilis* (Lustgarten).

D'ailleurs l'étude bactériologique des milieux se poursuivait simultanément grâce aux travaux de Maddox, Miquel, Fodor, W. Hesse, Koch, Beumer, Heræus, Wolffhügel, Bolton, H. Fol et Dunant, Chauveau, Cornil, Widal et Chantemesse, etc.

Le principe qui avait légitimé toutes les recherches, dans l'ordre étiologique, était qu'un agent qui se reproduit chez le malade et se multiplie à l'infini, comme fait l'agent pathogénique des maladies infectieuses, ne saurait être une substance chimique, un poison volatil ou autre; il se conduit comme un être vivant; c'est comme tel qu'il faut le chercher.

Mais, quand on croit l'avoir trouvé, il s'agit encore de l'isoler de tout autre parasite banal, de prouver qu'on le rencontre toujours dans les cas de la maladie qu'on lui attribue et qu'il ne se trouve pas ailleurs. Enfin il est indispensable d'expérimenter avec cet organisme, en produisant des infections artificielles, de l'homme aux animaux ou de ceux-ci à d'autres, selon les cas. Pour ces inoculations, il est indispensable que les microorganismes transmis du malade à l'individu sain n'emportent pas avec eux la moindre parcelle des tissus ou des humeurs du malade; il faut que les opposants ne puissent pas dire : « Ce bacille soi-disant typhogène transmet la fièvre typhoïde, non parce qu'il est bacille, mais parce qu'il vient d'un typhoïsant et qu'il est imprégné de matière typhogène », comme le supposent Nägeli, Peter et Jaccoud.

Les expérimentateurs arrivent à ce résultat au moyen de ce qu'on appelle les *cultures pures*.

Pasteur les pratique sur des *milieux nourriciers* liquides. Il prépare un *bouil-*

lon adapté aux besoins du microbe particulièrement étudié et le *stérilise* par coction, au-dessus de 100° si c'est nécessaire. On prend, avec des instruments flambés, une gouttelette du liquide ou une parcelle du tissu renfermant les microorganismes infectieux, en évitant de laisser les germes de l'air ou tous autres organismes étrangers se mêler à l'opération. Cette petite portion de matière infectieuse est portée dans le bouillon préparé, qu'elle *ensemence* et où se développe une puissante génération de microbes infectieux issus de ceux qui avaient été pris sur le malade. De ce liquide ainsi pullulant de microorganismes, on prélève une nouvelle gouttelette, à l'aide de laquelle on féconde, comme précédemment, un nouveau bouillon. Puis c'est le tour d'un troisième, d'un quatrième bouillon, etc., de façon à arriver à une vingtième, à une cinquantième génération, dans laquelle il est bien permis de croire qu'il ne reste ni un atome ni même une influence quelconque, dépendant des humeurs ou des tissus de l'animal malade, qui a fourni la matière du premier ensemencement. Quand, alors, on fait naître le charbon, par exemple, par l'inoculation à un mouton sain de bacilles de cinquantième génération, on a démontré vraiment que ces bacilles sont le virus charbonneux lui-même.

Robert Koch prépare aussi des milieux nourriciers choisis ; seulement il y associe constamment la gélatine ou quelque autre substance gélatinisable, afin d'avoir un milieu demi-solide et translucide. La *gélatine nourricière* est coulée, encore tiède, sur des plaques de verre, dans des verres de montre, des tubes-éprouvettes; les ensemencements y sont pratiqués par mélange, par épandage superficiel, par piqûre ou en trait sur la gélatine. La consistance du milieu empêche les germes de se mêler, et l'on reconnaît sans peine ceux qui sont nés de l'inoculation, à ce qu'ils sont sur le point même qui a été inoculé, tandis que les microbes de hasard sont à quelque distance. Mieux encore, il est possible de distinguer les « colonies » issues de l'ensemencement, s'il est arrivé que l'on ait semé à la fois des germes de diverses sortes. On emprunte alors des semences tout à fait pures à la colonie qui semble appartenir à l'espèce étudiée. C'est de cette façon que l'on a procédé pour reconnaître la présence du bacille typhique dans l'eau, au milieu d'une foule d'espèces différentes.

Nous serons forcé, dans ce chapitre, de ne point entrer sensiblement dans la « technique bactériologique », qui est très spéciale et qui comporte déjà des procédés nombreux et complexes. Cependant, à côté de ce qui vient d'être dit des *cultures pures*, nous devons noter ici les services rendus par Eberth, Ehrlich et Weigert à la science des infiniment petits, au moyen de leurs *procédés de coloration*, qui renseignent si heureusement sur la morphologie de ces êtres et fournissent parfois des caractères distinctifs, rien que par la façon dont ils réussissent. Le principe de ces procédés est dans l'extrême affinité de la plupart des organismes inférieurs pour les matières colorantes, principalement pour celles qui dérivent de l'aniline. Comme les tissus animaux prennent beaucoup moins bien ces couleurs ou les abandonnent aisément aux acides, à l'alcool, on arrive, à l'aide de quelques manipulations, à distinguer nettement les microorganismes sur des coupes d'organes.

En élaguant de l'étude actuelle *les microorganismes dans les milieux*, sujet sur lequel les chapitres précédents renferment les notions indispensables, nous répartirons les points qui nous ont paru devoir trouver place dans ce volume de la façon suivante, imitée de C. Flügge :

1° Morphologie et rôle spécial des microorganismes; 2° leur physiologie générale; 3° la défense contre leur action pathogène.

1° Morphologie et rôle spécial des microorganismes

Les termes d'*organismes inférieurs*, de *microorganismes*, de *microbes*, n'impliquent aucune idée qui ait de l'importance en hygiène. Ils prêtent d'ailleurs à des confusions et ne sont pas compris de la même manière par tout le monde, quelques personnes limitant le sens de ces mots à la classe que l'on désigne quelquefois aussi par le nom de *bactériens*.

Les microorganismes se distinguent par le haut degré de leur pouvoir de décomposition sur les matières organiques. A l'exception de quelques *Flagellaires* et *Protozoaires*, qui partagent avec eux l'aptitude au parasitisme, ils appartiennent au règne végétal. Quelques-uns sont encore regardés comme des *Algues;* mais l'immense majorité doit être rapportée aux *Champignons*. A vrai dire, les champignons et les algues ont extraordinairement de points communs, et il paraît que les *Lichens* ne sont autre chose qu'une algue sur laquelle un champignon vit en parasite.

La division suivante, empruntée à Flügge, est plus appropriée aux besoin de l'hygiène que botaniquement exacte. On distingue : 1° les *Champignons* proprement dits, parmi lesquels, à notre point de vue, les moisissures ou *mucorinées* tiennent une place si importante qu'elles ont servi à caractériser la classe; 2° les *myxomycètes* ou *mycétozoaires;* 3° les *levûres*, blastomycètes ou saccharomycètes ; 4° les *schizomycètes* ou bactériens.



Fig. 67. — *Moisissures, Levures, Schizomycètes.*

La figure 67, ci-contre, d'après Nägeli, résume d'une façon un peu schématique les différences extérieures qui existent entre les trois principales classes de Champignons inférieurs. Les longs filaments, articulés, bifurqués, appartiennent aux moisissures; les corps ovoïdes sont des levûres ; à droite de la figure, on voit divers types de schizomycètes.

I. **Champignons proprement dits. Moisissures.** — Les Champignons sont formés de cellules microscopiques, qui s'allongent en filaments (*hyphes*) presque toujours ramifiés, divisés en articles, épars ou réunis en masses (*mycelium* ou *thallus*). De ces masses s'élèvent les organes fructifères. La reproduction des champignons a lieu d'habitude par les *spores;* ses variétés ont fourni aux botanistes des distinctions qui n'ont pas d'intérêt

pour nous. Il convient de noter seulement : les *zoospores*, cellules de protoplasma nu, pourvues de cils et douées de mouvement, qui s'échappent par projection de la spore primitive crevassée (*spores migratrices*) et, après quelque temps de mobilité, se fixent pour germer, et les *spores permanentes*, qui ne sont pas aptes à germer dès leur formation, mais ont besoin d'une phase de repos, l'hiver par exemple, pour reprendre ensuite l'évolution normale.

Le même champignon et sur le même thallus peut présenter simultanément ou successivement plusieurs modes de reproduction; c'est la *polymorphie* sexuelle. D'autres fois il y a une *génération alternante;* ainsi, *Puccinia graminis*, rouille des graminées, fournit d'abord des spores d'été (*urédospores*), qui germent et développent, pendant toute cette saison, le même mycélium et la même fructification; en automne, il se forme des spores en massues, spores d'hiver (*téleutospores*), qui ne germeront qu'au printemps suivant et pousseront des *sporidies*, non sur le gazon, mais sur les feuilles de *Berberis;* le thallus qui en résulte s'est appelé *Æcidium berberidis*, et on l'a pris pour une plante différente de *Puccinia*, qu'il reproduit cependant, au moyen des spores nouvelles qu'il répand sur le gazon.

Un assez grand nombre de champignons intéressent l'histoire du parasitisme.

A. Les *Ustilaginées* (groupe des *Basidiosporées*) vivent en parasites sur les végétaux phanérogames. *Ustilago carbo* envahit, sous forme de poussière noire, les épis du blé, de l'orge, de l'avoine. Le vent et la pluie ont balayé cette poussière au temps de la moisson, de telle sorte qu'elle ne se retrouve pas dans la farine et ne saurait lui communiquer rien de fâcheux. *Tilletia caries* pénètre dans les grains du blé et de l'épeautre, où on le trouve à l'état d'une poudre noire, d'une odeur fétide; comme les grains ne se détruisent pas, cette poudre est mêlée à la farine et y cause une odeur repoussante. *Empusa muscæ* (Entomophtorées) germe sur la peau du ventre de la mouche domestique, pénètre sous la peau et dans le sang et entoure l'insecte d'une poussière blanche. La mouche en meurt, suspendue aux murs, les pattes écartées et l'abdomen gonflé.

B. Les *Saprolégnées* (Phycomycètes) décomposent les cadavres d'animaux ou de plantes dans l'eau et vivent quelquefois en parasites sur les poissons et les tritons. Les *Péronosporées* fournissent *Peronospora infestans*, le champignon de la « maladie des pommes de terre », et *P. viticola*, le *mildew*. Le premier (fig. 68), dont les ravages furent considérables de 1845 à 1850, est favorisé par l'humidité de l'année et du sol; il apparaît, à la fin de juin, en taches noires, sur les feuilles ; les fanes se dessèchent et les taches brunes envahissent les tubercules eux-mêmes; souvent deux autres champignons, *Fusisporium solani* et *Acrostalagmus cinnabarinus*, se retrouvent dans les tubercules pourris. *Peronospora* est réensemencé, au printemps, avec les pommes de terre qui ont résisté. Flügge conseille, avec raison, de choisir de préférence, pour la culture de la pomme de terre, les terrains secs et les espèces dures, hâtives ; le parasite, en effet, ne peut traverser

la paroi des cellules que dans les parties jeunes et tendres. Une prophylaxie analogue est applicable au peronospora de la vigne. En outre on le traite par les désinfectants.



Fig. 68. — *Peronospora infestans*, d'après de Bary (*).

C. Les *Mucorinées* comprennent des variétés importantes et tellement répandues que cette appellation est parfois employée comme l'équivalent de *moisissures*. Ce sont des touffes blanches, grises ou brunes, qui se développent à l'air, sur les matières putrides : *Mucor mucedo* (fig. 69, 1), sur les substances riches en azote : *M. racemosus*, sur les substances riches en matière hydrocarbonée; *M. stolonifer*, dit aussi *Rhizopus nigricans* ou *Ascophora nigricans*, qui serait pour beaucoup, suivant G. Colin, dans les empoisonnements dus au pain moisi, etc. On a pu transformer *Mucor racemosus* en levûre en le cultivant dans une liqueur saturée d'acide carbonique; cette levûre (sphérique) a le pouvoir de dédoubler le sucre en acide carbonique et en alcool. Lichtheim (1882) a cru reconnaître des variétés de mucor pathogènes et aptes à se développer dans le corps d'animaux vivants. *Mucor corymbifer*



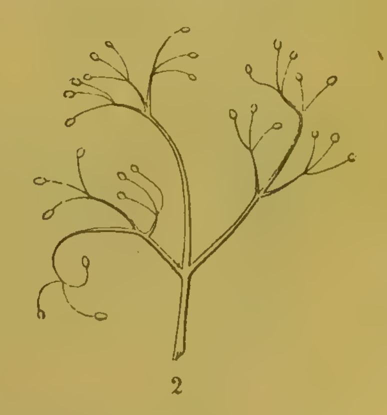


Fig. 69. — 1. *Mucor mucedo*. — 2. *Botrytis grisea*.

a été trouvé, par Hückel, dans le bouchon qui obstruait un conduit auditif humain.

D. Les *Périsporiacées* renferment l'*érysiphe*, nielle ou rouille des plantes dont les espèces dites *oïdium* ne sont qu'un mode particulier de fructifica-

(*) A, Extrémité fertile d'un filament portant un gros sporange *zs* (200/1). — B, Zoosporange qui s'est isolé et dont le contenu se divise ; *s*, zoospores qu'il renferme. — C, Zoosporange *zs* se vidant de ses zoospores *s*. — D, Zoospore adulte *z* (500/1 pour BCD).

tion (par conidies) : *oïdium Tuckeri*, de la maladie de la vigne ; *oïdium lactis*, très commun, sur le lait, le pain, le fumier, identifié par Grawitz aux champignons du favus (*Achorion Schœnleinii*), de l'herpès tonsurant (*Trichophyton tonsurans*), du pytiriasis versicolor (*Microsporon furfur*) ; à tort probablement, car cet *oïdium lactis* se développe au mieux entre 19° et 33°, et mal à la température du corps, ainsi que le fait remarquer Flügge. D'ailleurs Grawitz lui-même a reconnu que l'*achorion*, le *trichophyton* et l'*oïdium lactis* sont trois êtres distincts, après les expériences de vérifica-



Fig. 70. — A, B. *Aspergillus glaucus*. C, D. *Penicillium glaucum*.

tion de Duclaux et celles de Vérujski, desquelles il résulte que les formes de souffrance des deux premiers, qui ont illusionné Grawitz, sont dues à la pauvreté du terrain nourricier que leur offre la peau humaine. Le trichophyton, cultivé dans l'eau de malt, et l'achorion, dans l'eau de touraillons, prennent des formes de végétation tout à fait caractéristiques. Il y aurait probablement lieu de contester aussi l'assimilation des champignons de la teigne des poules et du favus de la souris, étudiés le premier par Schütz, le second par Nicolaier, soit entre eux, soit à *oïdium*.

Il y aurait lieu, paraît-il, de distinguer *Eurotium* d'*Aspergillus*. Cepen-

dant, il y a deux espèces du premier genre que l'on appelle *Eurotium Aspergillus glaucus* et *E. repens*. D'autres seraient les vrais *Aspergillus* — *clavatus*, *flavus*, *fumigatus*, *niger*, *albus*, etc.

Aspergillus glaucus (fig. 70) est une des moisissures du pain. Lombroso a assigné un rôle important à *Eurotium* dans l'altération pellagrozéique du maïs.

Dans ces derniers temps, les variétés d'Aspergillus ont attiré l'attention par ce fait que quelques-unes d'entre elles ont le pouvoir de se développer dans l'économie animale. Après l'injection d'une grande quantité de spores dans le torrent circulatoire, il se développe un mycélium abondant en divers organes et les animaux en expérience succombent à une *mycose* du rein, du cœur, du foie (Grawitz et Koch). Les spores d'Aspergillus peuvent être transplantées sur la cornée (Leber). Toutefois les expériences ne réussissent pas avec *Aspergillus glaucus*, non plus que *niger;* au contraire, comme la montré Lichtheim, *A. fumigatus* (fig. 71) et *flavescens* provoquent toujours la mycose. Grawitz prétend que l'infection ne réussit qu'autant que le champignon a été cultivé et accommodé peu à peu dans un milieu nourricier alcalin liquide et à la température du corps. Mais Koch, Lichtheim, Leber, font remarquer qu'*A. glaucus* réussit difficilement sous de basses températures et prospère au mieux entre 38 et 40 degrés. C'est pourquoi, à une basse température, des espèces différentes (*penicillium*) prennent le dessus et déterminent l'inactivité des cultures faites à froid, sans précautions particulières. A une température plus élevée, Aspergillus réussit et, de sa culture résulte un élément capable d'infection, que le milieu ait été liquide ou solide, acide ou non. Kaufmann, à Lyon (1882), assure avoir produit l'infection sur des lapins avec *A. glaucus* non adapté.

Ce champignon est assez fréquemment observé dans le conduit auditif externe, mais seulement dans les cas de lésion, telle que la perforation du tympan, avec sécrétion abondante de cérumen.

On connaît, depuis A. C. Mayer (1815), une *mycose pulmonaire* des oiseaux, revue par Virchow (1856), par Stieda (1866), par Bollinger et d'autres, qui serait due, le plus souvent, à *Aspergillus glaucus*, selon Harz, quelquefois à *Mucor racemosus* ou *conoideus*. Il est plus probable qu'il s'agissait d'*A. fumigatus*.



Fig. 71. — *Aspergillus fumigatus* (d'après Liebenmann).

En 1870, Grohe et son élève Block annoncèrent avoir réussi, en injectant des spores de *Penicillium* et d'*Eurotium* dans le système circulatoire de lapins et de chiens, à développer une *mycosis generalis acutissima*. En 1864, Leplat et Jaillard n'avaient rien obtenu avec *Penicillium* et, depuis Grohe et Block, les expérimentateurs, y compris Grawitz, n'ont pas réussi davantage. En revanche, Schütz a aisément déterminé une pneumonie mortelle chez de petits oiseaux exposés pendant quelques minutes à un air dans lequel avait été pulvérisé de l'*Aspergillus fumigatus*.

Aspergillus glaucus, *Oidium lactis*, *Mucor mucedo* et *Mucor racemosus* seraient les moisissures les plus répandues, si *Penicillium glaucum* (fig. 70, C, D) n'existait pas. Il est assez curieux que les savants, Brefeld en particulier, aient rapproché cette moisissure, qui croît partout, de la truffe (*tuber cibarium*).

E. Dans le groupe des *pyrénomycètes*, on range *Claviceps purpurea* (ergot), qui se développe sur les fleurs de seigle et aussi, moins souvent, sur l'orge et le froment; *Cordyceps* et *Isaria*, que l'on trouve sur les larves et les chenilles mortes des papillons; *Laboulbenia muscæ*, très intéressante par la façon dont elle se propage; les mouches se transmettent ce parasite dans l'acte de la copulation, aussi la femelle le porte-t-elle sur le dos et la tête, le mâle le long des pattes. Le porteur ne paraît, du reste, pas en être incommodé. Flügge y rattache *Botrytis*, dont la variété *grisea* (fig. 69, 2) est une des moisissures du pain et dont une autre, *B. Bassiana*, a été reconnue par Bassi, en 1835, puis par Vittadini (1852), de Bary (1867), pour être la cause de la MUSCARDINE des vers à soie. Elle n'a pas été importée des pays originaires avec le ver à soie; l'espèce existe en Europe.

F. Au groupe des Basidiosporées appartiennent *Uredo*, *Puccinia graminis*, rouille des blés, *Aecidium berberidis*, qui sont une seule et même famille; les *hyménomycètes*, grands champignons à chapeau, Agarics, Bolets, etc., comestibles ou non, y compris *Merulius lacrymans*, qui ronge les bois des maisons humides; les *gastéromycètes*, parasites, quelques-uns comestibles, d'autres vénéneux.

ACTINOMYCÈTE. — On n'est pas bien fixé sur la nature du parasite de la maladie décrite sous le nom d'*actinomycose*, par Bollinger et par Ponfick, et qui consiste en une tumeur de la mâchoire, chez le bœuf le plus ordinairement, mais quelquefois chez l'homme. Le nom de ce végétal lui vient de son aspect radié. Harz, Johne et Israel l'ont cultivé sans succès; mais Boström, en choisisssant pour ses cultures les filaments du centre, serait arrivé à reproduire les prolongements ou rayons de l'actinomycète. Le parasite en question doit probablement être classé parmi les Algues, dans le genre *Cladothrix* (Flügge).

II. **Myxomycètes.** — Ces champignons n'ont point de *mycelium;* ils sont constitués, à l'état jeune, par un corps protoplasmique nu, de nature muqueuse, que l'on nomme *plasmodie*. Des plasmodies s'élèvent des sporanges où se forment des spores. Celles-ci donnent naissance à des zoospores mobiles, munies d'un cil vibratil. Sous le nom de *monades*, d'*amibes*, les myxomycètes et leurs zoospores jouent probablement un assez grand rôle dans le parasitisme végétal ou animal. Mais il ne semble pas que les idées soient très fixées à cet égard. Flügge cite *Plasmodiophora brassicæ*, qui vit dans la racine des crucifères, et *Haplococcus reticulatus*, que l'on a rencontré dans les muscles du porc.

III. **Saccharomycètes. Levûres.** — Les levûres ont pour caractéristique de se reproduire par bourgeonnement de la *cellule-mère* ou gemmation. Elles ont le pouvoir de déterminer une décomposition spéciale et profonde

de leur milieu nourricier, que l'on appelle *fermentation*. On en rapproche, sous le nom de *mycodermes*, des végétaux également cellulaires, se reproduisant par gemmation, mais qui ne font pas fermenter les moûts sucrés (Duclaux) et forment des pellicules à la surface de certains liquides, et, sous le nom de *torulacées*, d'autres végétaux qui vivent dans la profondeur des liquides sucrés sans produire d'alcool.

Parmi les Champignons dont il a été question dans l'article Ier, un certain nombre poussent des bourgeons, comme les levûres, lorsqu'ils sont placés dans certains liquides nourriciers. Bail, Berkeley, Hoffmann, Bonorden et surtout Hallier ont profité de ces faits pour identifier les levûres à quelques mucorinées. Le polymorphisme des Champignons est encore insuffisamment connu; mais les vues de ces auteurs ne reposent pas sur des bases très solides.

A l'aide de cultures spéciales, dans un milieu nourricier pauvre, on peut inversement amener les levûres et mycodernes à se reproduire par segmentation du protoplasme et par spores.

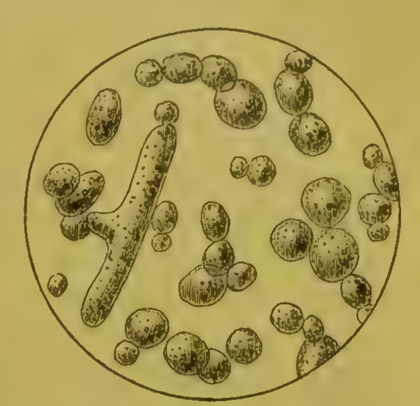


Fig. 72. — *Levûre de bière.*

Saccharomyces cerevisiae. — La levûre de bière est dite de *fermentation basse* entre 4 et 10 degrés; elle se tient au fond de la cuve (anaérobie). Entre 14 et 18 degrés, elle est de *fermentation haute*, est ramenée à la surface du liquide par l'acide carbonique et est aérobie (fig. 72).

Saccharomyces ellipsoideus est le ferment principal de la fermentation du vin. Très répandu partout.

S. conglomeratus. S. exiguus. S. Pastorianus a été reconnu par Pasteur, dans le vin qui éprouve la fermentation alcoolique insensible. Cette levûre, que l'on trouve aussi sur les fruits acides, a reçu de Reess le nom qu'elle porte. Elle est ordinairement présente lorsque l'on fait fermenter du jus de cerises (Duclaux). — *Mycoderma vini;* fleurs du vin; *M. aceti*, que Nägeli regarde comme un Schizomycète; *Saccharomyces albicans*, le même qu'*Oïdium albicans* et peut-être même, selon Reess et Grawitz, identique à *Saccharomyces mycoderma* ou *Mycoderma vini;* — *Saccharomyces glutinis*, ferment rose, apparaissant sur les plaques de gélatine exposées à l'air.

IV. **Schizomycètes ou Bactéries.** — Les *Schizomycètes* sont des végétaux unicellulaires, sphériques ou filamenteux, vivant isolés ou réunis en colonies, quelquefois doués de mouvements très vifs. Ils se multiplient essentiellement par scissiparité; mais un certain nombre d'entre eux fournissent aussi des spores. Grâce à leur puissance de multiplication et à leur activité de nutrition, ils opèrent une altération profonde de leur milieu nourricier. Les uns produisent, à cette occasion, de la matière colorante; d'autres des substances odorantes, des alcaloïdes toxiques;

une assez vaste catégorie de ces êtres a le redoutable pouvoir de se multiplier dans l'économie vivante et d'y provoquer des maladies.

Les formes arrondies portent le nom de *micrococcus*. Quand les cellules sont associés deux à deux, on les appelle *diplococcus;* en chapelet, *streptococcus* ou *torula;* en amas irréguliers, *staphylococcus;* en grande agglomération, réunis par une substance glutineuse, *zooglée* (la forme de zooglée peut aussi se rencontrer chez les bacilles). Les figures 73 et 74 représentent le type isolé et l'association zoogléique.

Les cellules allongées s'appelent *bactéries* ou *bacilles*. Naguère, était bactérie toute cellule plus longue que large ; si la longueur dépassait trois fois la largeur,

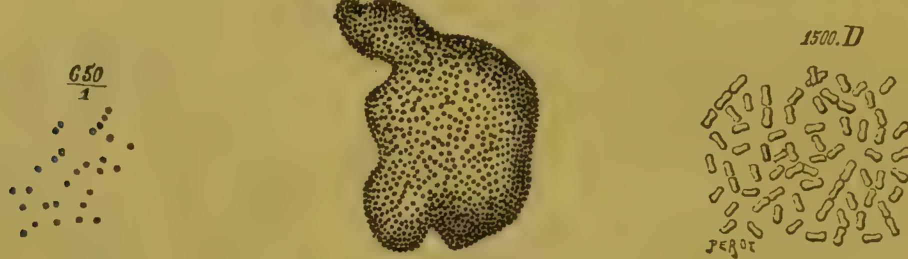


Fig. 73. — *Micrococcus*. Fig. 74. — *Micrococcus à l'état de Zoogloea*. Fig. 75. — *Bactérie commune*.

elle devenait bacille. D'autre part, on se servait volontiers du mot bactérie comme d'un terme générique ; de même que van Tieghem dit : « les Bactériacées. » Ceci et la fragilité du motif de distinction entre *bacille* et *bactérie* devaient ruiner l'un ou l'autre des deux termes. C'est *bactérie* qui est sacrifié dans la nouvelle édition de Flügge (Les *Microorganismes*). La figure 75 se rapporte à ce type supplanté; les éléments qu'elle renferme sont dès maintenant des *bacilles* ou bâtonnets. La désignation de *bactéridie*, affectée par Davaine au bacille charbonneux, est tombée en désuétude. On donne le nom de *clostridium* aux bacilles renflés par le milieu (en fuseau). Les bacilles peuvent être assez allongés pour figurer de véritables filaments ; mais parfois il n'y a qu'un faux filament, produit par le rapprochement bout à bout, dans le sens longitudinal, de plusieurs bacilles ; c'est ce que l'on qualifie de *leptothrix*.

Les bacilles infléchis prennent le nom de *vibrions*. Les inflexions en spirale leur valent le titre de *spirilles* ou *spirochæte* (fig. 76, 77).



Fig. 76. — *Groupe de Vibrio serpens*. Fig. 77. — *Spirochæte Obermeieri*.

es expressions de *sphérobactéries* (micrococques), *microbactéries* (bactéries), *desmobactéries* (bacilles), proposées par Cohn, n'ont point prévalu.

Le plus ou moins de richesse du milieu nourricier peut modifier ces formes, dites de *développement*. La pauvreté du milieu et la sénilité des organismes amène les formes d'*involution*, souvent difficiles à reconnaître et à interpréter. Les spores sont les *formes durables* ou permanentes.

Quelques espèces, bacilles ou spirilles, sont munies d'un filament ciliaire (*flagellum*), visible à l'aide des réactifs colorés ou que l'on soupçonne au tourbillon qui se produit dans le liquide où nage le schizomycète.

Toutes ces cellules ont un protoplasme, généralement incolore, et une membrane d'enveloppe.

Le *mouvement*, quand il existe, n'est qu'une trémulation sans déplacement sensible, chez les microcoques. Il consiste en une rotation autour du grand axe, ou bien dans des alternances de courbure et d'extension chez les autres schizomycètes. La cause des mouvements ne peut être que dans les contractions du protoplasme et dans les oscillations du flagellum réel ou supposé. Le déplacement se fait dans le sens du grand axe, en avant ou en arrière, tantôt lent et hésitant, tantôt si rapide que tout le champ visuel passe en un instant sous l'œil de l'observateur.

La *multiplication* des Schizomycètes se fait *principalement* par division, mais aussi par *sporulation*. La division se fait presque toujours dans un seul sens (bacilles) ; chez les *sarcines*, elle a lieu dans deux sens perpendiculaires l'un à l'autre, ce qui fait que la cellule est toujours divisée en quatre. La séparation des êtres nouveaux est très rapide ; en admettant qu'un schizomycète mette une heure à se sectionner (c'est beaucoup), un seul individu aura produit 16 millions d'autres individus en vingt-quatre heures, et des milliards le lendemain. La sporulation a lieu, presque toujours, après allongement du bâtonnet; on aperçoit d'abord des sortes de noyaux dans le corps du bacille ; puis ces noyaux deviennent des spores ovoïdes, à contour obscur, très réfringentes; enfin, les filaments se dissolvent et mettent les spores en liberté. D'autres fois, les bacilles s'épaississent par le milieu (en fuseau), ou à une extrémité (en têtard), et c'est dans le renflement qu'apparaît la spore. On ne connaît jusqu'à présent de spores qu'aux bacilles.

Les spores germent d'ordinaire dans un milieu différent de celui où elles se sont formées, et suivant un mode bien étudié par Koch, Prazmowski et Brefeld.

Dans tous les cas, que la multiplication ait lieu par sectionnement ou par sporulation, les cellules-filles restent unies pendant un certain temps par une substance intercellulaire gélatineuse (zooglées, essaims). Ce qui fait qu'étant absolument microscopiques, on peut reconnaître les bactériens à l'œil nu, au trouble diffus, ou aux nuages qu'ils déterminent dans les liquides, aux pellicules qu'ils forment à la surface, aux flocons nageant dans la masse, ou encore au précipité pulvérulent qui s'abat au fond du vase lorsque le milieu nourricier est épuisé. En terrain nourricier solide, comme sur la gélatine des plaques de Koch, les générations de schizomycètes apparaissent à l'état de petits amas secs, de gouttes muqueuses diversement colorées et transparentes ; ou bien, ils fluidifient la substance qui les supporte et y creusent des dépressions. Ce sont les *colonies* (fig. 78).

L'importance des spores, en pathologie infectieuse, est capitale. Ce sont les *formes permanentes* des Schizomycètes, qui apparaissent dès que le

milieu est compromettant pour l'existence du microbe parfait, peuvent se passer de nourriture et résistent aux agents de destruction les plus énergiques, jusqu'à ce que le hasard les ramène dans un milieu favorable où elles germent.

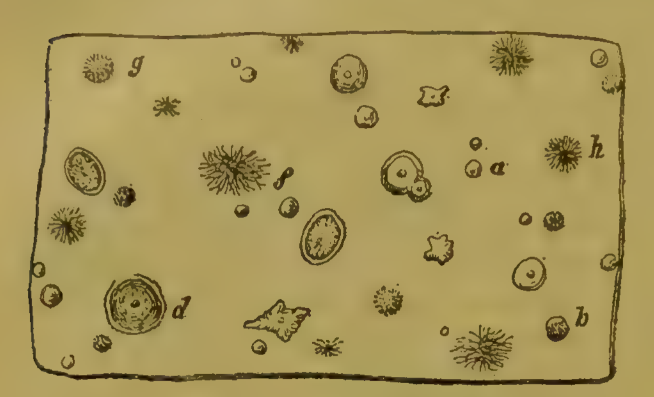


Fig. 78. — *Colonies de différente nature sur une plaque de gélatine* (d'après Flügge).

On a essayé plusieurs classifications des schizomycètes. Celle de Flügge, basée sur la morphologie, est commode pour les détails dans lesquels nous devons entrer. Elle nous suffit.

Dans ce système, il y a quatre grandes divisions, savoir : 1° les *microcoques*; 2° les *bacilles*; 3° les *spirilles;* 4° les bactéries dans le développement desquelles on trouve des formes de croissance variées. Dans chaque ordre, il peut y avoir des microorganismes *pathogènes* pour l'homme, d'autres pathogènes pour les animaux; d'autres qui n'accomplissent qu'une œuvre de décomposition banale (*Saprophytes*), en produisant ou non une matière colorante (*Chromogènes*); d'autres, enfin, dont on ignore le rôle.

Nous ne croyons pas devoir aller plus loin, dans un ouvrage du genre de celui-ci, et nous renvoyons, pour des classifications plus scientifiques, aux travaux spéciaux, de Cohn, de van Tieghem, de Rabenhorst, de Flügge, etc.

A. MICROCOQUES.

1° **Microcoques pathogènes pour l'homme.** — Dans toutes les espèces de pus, on trouve des microcoques; il est même certain que l'on ne peut faire suppurer un point quelconque du corps d'un animal, s'il n'intervient des microorganismes.

Le plus commun des microcoques du pus est *Staphylococcus pyogenes aureus*, appelé d'abord par Pasteur *micrococcus de l'ostéomyélite*, signalé par Ogston et cultivé ensuite par Rosenbach, Passet, Krause. Ses colonies ont une coloration jaune et liquéfient la gélatine; elles sont très résistantes. En injections sous-cutanées aux animaux, elles déterminent des abcès et parfois une infection généralisée. On le trouve dans les abcès aigus, les empyèmes, les furoncles, aussi bien que dans l'ostéomyélite.

Il est souvent accompagné de *Staphylococcus pyogenes albus*. Passet a trouvé *S. citreus* dans le pus d'abcès chauds. Rosenbach a rencontré seul *Micrococcus pyogenes tenuis*, dans le pus d'abcès fermés. *Streptococcus pyogenes*, moins virulent que *Staphylococcus pyogenes aureus*, se présente de 40 à 50 fois p. 100 dans le pus des abcès de l'homme. Flügge signale un *Streptococcus pyogenes malignus*, qui rentre peut-être dans les précédents. Garré, élève de Socin, s'est inoculé à lui-même les microbes pyogènes de culture et en a obtenu des pustules, des furoncles et un vaste anthrax.

Le *micrococcus du clou de Gafsa* (ou de Biskra) a été isolé et cultivé (1884) par Boinet et Depéret, qui en avaient observé la transmission, au camp

de Sathonay, par des soldats revenant de Tunisie, à des hommes qui n'étaient jamais allés en Afrique; puis, par Duclaux, qui a reconnu aussi que le microbe examiné par lui perd sa virulence dans les cultures vieillies, mais la récupère par l'ensemencement dans le bouillon de veau. Ce microcoque, comme ceux du pus, a un peu plus de 1 μ de diamètre; il est très mobile (Chantemesse) et ressemble beaucoup à *Staphylococcus pyogenes aureus*. A forte dose dans les veines, il tue le lapin en moins de seize heures; le cobaye résiste mieux. Chantemesse l'a cultivé sur la pomme de terre et a inoculé, avec ses cultures, deux hommes de bonne volonté qui, tous deux, ont eu rapidement un « clou du Nil » (ou bouton de Biskra). F. Poncet signale l'accompagnement habituel du microcoque par un bacille long de 2 à 8 μ.

Lemaître (de Limoges) a décrit, sous le nom de *Streptococcus plicatilis*, un champignon auquel il attribue la *pourlèche* des écoliers, fissures douloureuses et persistantes aux commissures des lèvres.

Le microcoque de l'*érysipèle*, déjà décrit et cultivé par Orth et par Koch, s'appelle aujourd'hui *Streptococcus erysipelatos*, de Fehleisen, qui l'a inoculé à l'homme. Il ressemble infiniment aux précédents et se trouve disposé en chaînettes. H. Hartmann (1887) en a confirmé la spécificité dans l'érysipèle et lui attribue la fièvre puerpérale.

Œrtel décrivait le champignon de la *diphthérie* comme un microcoque à deux grains ou en chapelets. Il est probable que ce n'est pas là l'organisme de cette infection. Löffler a retrouvé, dans la même maladie, des microcoques en chaînettes dont les cultures, injectées à des lapins, provoquaient la formation de pus dans les articulations. D'où le nom de *Streptococcus articulorum*, donné à ce parasite. Il ne faut pas s'étonner que, dans les fausses membranes diphthéritiques, exposées au passage de l'air, il se trouve toutes sortes de microorganismes qui ne sont pour rien dans la diphthérie même.

Le microcoque de la *fièvre puerpérale*, de Doléris, est probablement identique à *Streptococcus pyogenes* (Cornil et Babes).

Dans les diverses affections purulentes de l'homme et certaines septicémies, dans l'*endocardite ulcéreuse*, etc., on rencontre des microcoques qu'il est assez difficile de différencier des précédents, et qui pourraient bien se confondre avec quelqu'un d'entre eux. Le *Microsporon septicum*, de Klebs, *Streptococcus septicus* de Flügge, sont apparemment dans ce cas.

Il n'en est pas de même de *Micrococcus gonorrheæ*, démontré par Neisser, en 1879, dans le pus gonorrhéique. C'est presque toujours un diplococcus, de l'aspect d'un biscuit, long de 0μ,8 à 1μ,6 et large de 0,6 à 0,8 de μ. Il siège dans le protoplasme des cellules du pus blennorhagique. Ces organismes se colorent fortement par le violet de méthyle et le dahlia, et se décolorent par la méthode de Gram (solution d'iode dans l'iodure de potassium et l'alcool). Ils se cultivent au mieux dans le sérum sanguin et la gélatine (Leistikow et Löffler), ou le sérum seul coagulé (Bumm).

Le parasite de la blennorrhagie, entrevu par Donné, avait déjà été décrit par Hallier, Salisbury et le professeur Ch. Bouchard. Les tendances fantaisistes des deux premiers ont valu au microcoque de la blennorrhagie d'être englobé dans la ruine de leurs autres découvertes. Après Neisser, Spillmann (de Nancy) et ses

élèves, Bokoï, Weiss, ont repris l'histoire de ce microorganisme. Enfin, il a encore été l'objet des recherches d'Eklund, Leistikow, Petrone, Bockhardt, Sternberg, Constantin Paul, etc.

Il n'existe pas dans le pus de l'uréthrite simple, de la métrite, de la leucorrhée, des chancres quelconques. Mais Neïsser l'a trouvé dans les sécrétions de l'ophthalmie blennorrhagique ; Pétrone, dans le liquide des synovites ou des arthrites d'origine blennorrhagique; Jullien et Heurteloup, dans la sérosité des vaginalites aiguës compliquant des arthrites blennorrhagiques. Petrone l'a découvert dans le sang des blennorrhagiques atteints d'arthrite; Martin (de Vevay), dans les infarctus suppurés, viscéraux et musculaires, dans un cas d'infection purulente liée à une blennorrhagie.

Leistikow n'a pas réussi ses inoculations tentées sur des animaux avec des liquides de culture; mais Bokoï, Bockhardt, Constantin Paul, par des inoculations à l'homme ou des injections dans l'urèthre de quelques gouttes de liquide de culture, ont reproduit la blennorrhagie. Même avec des microccocci de la septième génération, la blennorrhagie a éclaté au septième jour (C. Paul.)

Ces faits importants expliquent les symptômes généraux de la blennorrhagie, justifient la médication antiseptique et ruinent la théorie de Ricord et Fournier (recette pour attraper la chaude-pisse).

Fränkel signale, dans la sécrétion d'un grand nombre de vaginites, un microcoque, *Micrococcus subflavus*, voisin du précédent.

Les microcoques de la *variole*, de la *vaccine*, de la *rougeole*, de la *scarlatine*, de la *grippe*, de la *méningite cérébro-spinale*, de la *fièvre jaune*, etc., sont encore douteux.

Celui de la méningite cérébro-spinale a été assimilé au pneumocoque de Friedländer (Leyden, Netter), qui est un bacille.

Le *cryptococcus xanthogenicus* (fièvre jaune) de D. Freire n'a pas enlevé les suffrages des savants.

En Angleterre, Power et Klein, à l'occasion d'une épidémie de scarlatine, attribuée au lait, à qui nos voisins imputent tant de malheurs, annoncèrent avoir reconnu des ulcères sur les tétines des vaches qui avaient fourni ce lait et, dans la sécrétion de ces ulcères, un *streptococcus* identique avec le *micrococcus scarlatinæ*. Cette sécrétion était d'ailleurs inoculable aux veaux. Vérification faite, Crookshank et Brown ont pu se convaincre que ces ulcères sur la tétine des vaches ne sont autre chose que le *cow-pox* spontané, qui prend effectivement la forme ulcéreuse bien plus que la pustulation du cow-pox transmis (Layet).

On parle peu des microcoques des *oreillons*, entrevus par Capitan, Charrin, Boinet.

2° **Microcoques pathogènes pour les animaux**. — Deux des plus intéressants et des plus anciennement connus sont les parasites qui déterminent chez les vers à soie la *flacherie* et la *pébrine*.

Streptococcus bombycis (*Micrococcus bombycis* de Cohn, *Microzyma bombycis* de Béchamp) est constitué par des cellules ovales d'au plus 1 μ,5 de diamètre dans le sens de la longueur, isolées par couples, ou en chaînettes. Il n'atteint pas d'abord le ver ni l'œuf, mais la feuille du mûrier dont l'insecte fait sa nourriture; il détermine une fermentation dans les voies

digestives du ver, qui perd l'appétit, devient flasque et meurt; son cadavre est mou (morts-flats, morts-blancs). Le microcoque ne passe dans le sang qu'au moment de la mort ou peu après (Pasteur et Raulin).

Bien que les germes existent toujours sur la feuille de mûrier, la flacherie ne règne pas constamment; il faut une *prédisposition du ver*, qui paraît être créée par l'encombrement, de même que la propagation de la fièvre typhoïde chez l'homme est favorisée pour la vie en commun condensée.

La feuille qui remplit le canal digestif du ver mort-flat a été trouvée, par Pasteur, envahie par les mêmes organismes que ceux qui se développent lorsque, après avoir broyé une feuille, on la met à fermenter dans un vase de verre. On reproduit la maladie, soit en faisant manger à des vers sains des feuilles sur lesquelles on a répandu de la matière intestinale ou des déjections des vers malades; soit en inoculant par piqûre de la peau ces mêmes matières, ou encore les microcoques obtenus par fermentation artificielle des feuilles, recueillis dans les poussières de magnanerie; soit même en les introduisant par l'anus; soit enfin en enduisant de microcoques le derrière des papillons mâles, ou simplement la coque de l'œuf dont le jeune ver absorbe toujours une portion, au moment de sortir.

Les vers *inoculés* périssent en deux ou trois jours; *infectés* par nutrition, ils ne meurent qu'entre six et quinze jours.

Pasteur a montré que, sans supprimer la flacherie, on peut la réduire à des proportions insignifiantes par l'hygiène des magnaneries et surtout la ventilation, la réduction du nombre des vers dans la même chambrée, leur séparation en compartiments séparés pour qu'ils ne s'empoisonnent pas à l'aide des déjections les uns des autres; enfin, par le choix des graines. En effet, les vers ne meurent pas toujours de la flacherie; ceux qui survivent filent leur cocon et pondent des œufs; mais les vers nés de ces œufs apportent une disposition héréditaire à contracter la flacherie par une susceptibilité particulière des voies digestives. C'est comme les enfants des tuberculeux qui ne naissent pas tuberculeux, mais sont frappés héréditairement d'une remarquable aptitude à le devenir.

Nous avons insisté un peu sur l'histoire de ce parasite et de cette épizootie, qui nous paraissent très instructifs pour l'épidémiologie humaine.

Nosema bombycis (*micrococcus ovatus*, *panhystophyton ovatum*) cause la *pébrine* ou *gattine* ou *maladie des corpuscules*. Ce sont des cellules brillantes, ovales, de 2 μ de large sur 3 à 4 μ de long, le plus souvent isolées, quelquefois par paires ou en amas. Elles ont été complètement observées pour la première fois par Guérin-Menneville; mais Cornalia avait entrevu leur importance; Osimo les avait démontrées dans les œufs, et Vittadini avait enseigné à examiner la « graine » au microscope. Lebert, Frey, Nägeli, Pasteur, ont repris cette étude et établi le rapport des corpuscules avec la pébrine, contre Filippi, qui les regarde comme un fait normal, et contre Quatrefages, qui met en cause les taches noires sur la peau des vers, dont cette maladie s'accompagne.

Les parasites de la pébrine passent dans les œufs; mais, comme les vers nés des œufs corpusculeux meurent de bonne heure, la maladie s'éteindrait bientôt, si elle n'était entretenue par la transmission du parasite des vers malades aux vers sains, soit par véhiculation aérienne (Bollinger), soit à la faveur des inoculations de matière excrémentitielle que les vers se font entre eux, au moyen des crochets acérés qui terminent leurs pattes.

Pasteur a indiqué le moyen de faire disparaître la pébrine qui, en effet, se fait aujourd'hui assez rare. C'est le *grainage cellulaire*, c'est-à-dire la séparation complète des couples de papillons qui doivent fournir les œufs. Après la ponte, on examine ces papillons au microscope; toutes les fois qu'un couple est reconnu entaché de corpuscules, on anéantit les graines qu'il a produites.

Nous ne saurions encore, ici, tenir compte de l'opinion de Balbiani, qui rattache les corpuscules aux *Sporozoaires*, ni de celle de L. Pfeiffer, qui en fait des *grégarines*.

Micrococcus de la nécrose progressive de la souris, *M. de l'abcès progressif* du lapin, *M. de la pyémie* du lapin, *M. de la septicémie* du lapin, ont été déterminés par R. Koch. Le *Streptococcus de Charrin* pourrait se confondre avec l'un d'eux.

Micrococcus tetragenus, décrit par Gaffky, se rencontre dans les cavernes tuberculeuses. C'est un microcoque d'un μ de diamètre, qui se divise en quatre éléments. Il tue les souris blanches par inoculation de la moindre quantité de ses cultures. Les lapins et les chiens le supportent.

Les microcoques du *typhus bovin* et de la *péripneumonie contagieuse* du gros bétail sont encore douteux.

Le parasite du *rouget des porcs* est un microcoque pour Pasteur et Thuillier, un bacille pour Klein, Schütz et Schottelius. Nous allons le retrouver bientôt.

3° **Microcoques saprophytes.** — *Micrococcus ureæ*, en diplocoques ou en chaînettes, provoque la transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque dans l'urine (Pasteur et Van Tieghem); mais n'est pas le seul organisme qui produise cet effet (Leube, Flügge). Il en existe, en particulier, un autre, qui liquéfie la gélatine; *micococcus ureæ liquefaciens*. D'après les recherches de Musculus, le ferment dè l'urée peut être séparé du microbe, qui ne serait alors que le producteur d'un ferment soluble.

Leuconostoc mesenterioïdes, microcoques en chaînettes, entourés d'une épaisse couche gélatineuse, transforme le sucre de canne en dextrose.

Micrococcus viscosus cause la fermentation glaireuse du vin (vin filant). Le tannin, d'après François (de Châlons) prévient cette maladie (Duclaux).

Microcoques de la putréfaction, variés et de différentes grandeurs.

Micrococcus versicolor, très fréquent, chromogène. Les colonies superficielles fournissent un enduit muqueux, brillant, jaune-verdâtre, à reflets nacrés.

Sarcina lutea, fréquente dans l'air, remarquable par le sectionnement en quatre de la cellule-mère. Les cellules-filles restant accolées, la masse ressemble à un paquet ficelé.

Sarcina ventriculi, commune dans les estomacs dilatés, où s'accomplissent des fermentations.

Micrococcus cereus albus, trouvé dans le pus (Passet), quoiqu'il ne paraisse pas être pyogène.

Et une foule d'autres, moins intéressants ou moins bien déterminés.

B. BACILLES.

1° **Bacilles pathogènes pour l'homme.** — Le nombre commence à en être important. Ce sont essentiellement les bacilles qui représentent les agents

des infections générales. Nous commençons, avec Flügge, par le plus anciennement et le mieux connu.

Bacillus anthracis (Bactéridie de Davaine, Bacille du charbon). — Bâtonnets de 1 μ à 1 μ,25 de large sur 5 à 20 μ de long, se sectionnant après avoir acquis environ le double de leur longueur primitive (fig. 79). Quelques bacilles ont une cloison transversale dans leur milieu ; d'autres sont coudés



Fig. 79. — *Bacillus anthracis dans le sang* (d'après Koch).



Fig. 80. — *Le même après vingt-quatre heures de culture.*

en ce point ou suspendus l'un à l'autre; il y a parfois comme des chaînettes de bacilles articulés et présentant un renflement à leur extrémité, au point d'articulation.

Les bacilles charbonneux sont toujours immobiles et *aérobies*. Sur un terrain nourricier approprié et à la température d'environ 36°, il s'accroissent jusqu'à atteindre cent fois leur longueur originelle et produisent des *spores* ovalaires, pendant qu'eux-mêmes disparaissent peu à peu (fig. 80).

Cet organisme se cultive sur la pomme de terre, la gélatine, les graines amylacées, les racines succulentes, l'urine alcaline, l'infusion de foin neutralisée. Il réussit au mieux dans le sang des animaux vivants, chez qui il provoque une affection locale (*pustule maligne*) ou générale, cette sorte de septicémie que l'on nomme le *sang-de-rate* (*Milzbrand*).

Les animaux les plus divers sont accessibles à ce virus aussi bien que les moutons et les bœufs, chez qui le charbon s'observe spontanément. Les moutons algériens, toutefois, sont relativement réfractaires (Chauveau, 1880) et les oiseaux, dont la température est de 42°, résistent à l'inoculation, à moins d'être artificiellement refroidis (Pasteur, 1878). Toutefois, les moineaux et quelque autres sont inoculables sans préparation (Koch). Les rats blancs, les chiens, les grenouilles, possèdent l'immunité, complète ou relative. Gibier donne le charbon à la grenouille, en l'échauffant. C'est dans le sang que s'accumulent les bacilles charbonneux chez les animaux inoculés.

Dans le corps de l'animal vivant, les bacilles ne se multiplient que par sectionnement transversal et ne forment pas de spores. Celles-ci n'appa-

raissent que dans une matière de culture inanimée et d'ailleurs sous certaines conditions parmi lesquelles la température joue le principal rôle. La limite supérieure est vers 43° ; la limite inférieure entre 12 et 18°. Au-dessous de 12°, la végétation par spores ni par filaments ne paraît plus avoir lieu. Donc, dans les pays où il existe une couche de sol, à la profondeur de quelques mètres, dont la température est constante et aux environs de 10°, ainsi qu'il arrive dans nos climats tempérés, si l'on enterre les animaux charbonneux à une profondeur convenable, il ne s'engendre pas de spores, et les bacilles meurent sans passer à la forme durable. Malheureusement, il est fort rare que l'on prenne la précaution d'enfouir les cadavres charbonneux jusqu'à cette couche de sol constamment au-dessous de 12°. Les bacilles de ces cadavres trouvent, dans les couches superficielles du sol, déjà peut-être arrosées de sanie charbonneuse, la température et toutes les conditions nécessaires à la sporulation. Ils s'y conservent, par suite, et s'y multiplient, comme Pasteur l'a constaté, ce que reconnaît Koch lui-même, en expliquant comme il suit la conservation des bacilles charbonneux : « Les germes répandus, çà et là, de longue date, au bord des cours d'eau, dans les contrées marécageuses, peuvent se développer sur une substance nourricière végétale qui leur convienne et produire de nouvelles spores. Celles-ci sont dispersées par les inondations sur les pâturages et se retrouvent dans le fourrage. Ce qui explique la fréquence prédominante de l'infection par la voie intestinale. » On ne comprend donc pas que Koch et Flügge opposent à la théorie du transport des spores charbonneuses par les vers de terre, de Pasteur, l'impossibilité (pour raison de température) de la formation de ces spores. Et l'on conçoit que l'immunité charbonneuse des *Savarts* de la Champagne, où il n'y a que 15 à 20 centimètres de terre végétale sur la craie, puisse être attribuée par Pasteur à l'absence de vers dans cette couche crayeuse.

Nous avons cité précédemment (page 87) les expériences peu probantes de Schrakamp et de Soyka sur la multiplication des bacilles charbonneux dans le sol. En 1880, Poincaré (de Nancy) reconnut, dans un liquide marécageux, rapporté d'un pré sur lequel avait pâturé un troupeau de bœufs atteint du charbon (19 victimes en 3 semaines), des « bactéridies » semblables à celles que renfermait le sang de ces animaux. On observe quelquefois le charbon, dans le département du Nord, sur les bœufs qui mangent l'herbe des prairies exposées aux débordements de l'Espierre, chargé des eaux de désuintage des laines ; le vétérinaire Pollet n'hésite pas à voir une relation entre cet arrosage et les accidents charbonneux. Kitt estime que les excréments des bêtes à cornes offrent un milieu nourricier aux bacilles, dans les régions infestées (Flügge).

Les spores charbonneuses ont une remarquable puissance de conservation.

Les bacilles charbonneux ont été l'objet de tentatives heureuses d'*atténuation*, soit au moyen de la chaleur (Toussaint), soit par l'action de l'oxygène de l'air (Pasteur). Ces virus atténués ont permis une gradation dans l'application de la méthode vaccinale aux moutons et aux bovidés. Ces faits intéressants seront l'objet de considérations ultérieures, à un

point de vue général. On y joindra les réflexions qu'inspirent les assertions de H. Buchner relativement à la malléabilité biologique de *Bacillus anthracis* et à la possibilité de sa transformation en *B. subtilis*.

Vibrion septique (Pasteur). — C'est le même organisme que Koch appelle *Bacillus œdematis maligni*, parce qu'en effet, son inoculation est le point de départ d'un œdème du tissu cellulaire sous-cutané, qui s'étend et aboutit à la mort. Mais, en français, le titre d'*œdème malin* s'appliquant déjà à une affection charbonneuse, nous sommes obligé de maintenir l'appellation première ; à moins que pour concilier tout le monde, on ne consente à donner à ce microbe le nom de *Bacille de la gangrène gazeuse*, qui lui appartient également et qui ne fera aucune difficulté pour le chirurgien (Ch. Bouchard, Chauveau, Arloing, Brieger).

Le vibrion septique (fig. 81) ressemble beaucoup au bacille du charbon, Il est seulement quelquefois mobile, en filaments plus longs, et les éléments bacillaires se renflent en têtards pour la production des spores. Surtout il est *anaérobie* et, par suite, difficile à cultiver, à moins qu'on ne l'inocule profondément dans le milieu solide. La température qui lui est la plus favorable est de 18 à 20°.



Fig. 81. — *Bacille de la gangrène gazeuse.*

Les bacilles en question sont très répandus et se présentent dans presque toutes les substances en putréfaction; ils peptonisent très énergiquement l'albumine et jouent probablement un très grand rôle comme saprophytes. La poussière de foin, la terre de jardin les renferment.

Néanmoins ils ont des propriétés pathogènes redoutables, en inoculation aux animaux, comme il a été dit au début. Chez l'homme, ils pénètrent quelquefois par une plaie, par exemple dans le cas d'une fracture avec issue des fragments qui a été souillée de terre ou d'une autre substance renfermant les germes septiques.

Bacillus typhi abdominalis, bacille typhique. — Soupçonné par Recklinghausen et plus ou moins reconnu par Klebs et ses élèves, il a été découvert par Eberth, de Zurich, qui, le premier, mit en évidence sa spécificité. Depuis lors, Koch, Meyer, Gaffky, Artaud, Chantemesse et Widal, ont confirmé ou complété sa morphologie et l'histoire de ses propriétés biologiques. Enfin, de nombreux savants, A. Pfeiffer, C. Seitz, E. Fränkel et M. Simmonds, W. Sirotinin, Beumer et Peiper, ont éclairé divers points importants de ses rapports avec le typhus addominal.



Fig. 82. — *Bacille typhique et ses spores.*

C'est un bacille peu caractérisé (fig. 82), de 2 à 3 μ de long sur 1 de large, mais capable de s'allonger davantage et de s'épaissir dans les cultures. Par suite d'une dégénérescence partielle (Chantemesse et Widal), le bâtonnet présente assez souvent un espace clair sur une partie de sa longueur ; c'est ce qu'on appelle *vacuole*.

Il prend mal les couleurs d'aniline, est doué de mouvements très vifs

et ne liquéfie pas la gélatine. Il est aérobie, mais facultativement anaérobie et se cultive bien dans le vide. La plupart des milieux organiques se prêtent à sa culture ; celle que l'on fait sur la pomme de terre passe pour caractéréristique. « Il y prospère et se multiplie, mais sans culture apparente à l'œil nu ; à peine aperçoit-on au bout de quelques jours, sur la strie d'inoculation, une traînée humide, et souvent la tranche de pomme de terre doit être examinée sous un certain angle d'incidence pour que l'on puisse déceler la présence d'une culture. Lorsque la pomme de terre est très humide, on distingue sur sa tranche, au point d'ensemencement, une légère boursouflure dont l'aspect rappelle assez bien la surface glacée de certains gâteaux. Cette apparence est parfois si légère qu'elle peut passer inaperçue pour un œil inexpérimenté..... » Comme on voit, ces caractères si vantés sont surtout négatifs. Les colonies sur la gélatine apparaissent au troisième jour ; au bout de cinq à six jours, elles ont la taille d'une lentille, sont d'un aspect nacré, transparentes ; leur contour est déchiqueté ; la surface, vue à la loupe, est tourmentée, coupée par des sillons ; on dirait une montagne de glace en miniature. Toutefois « cette forme est loin d'être constante ; la culture du bacille typhique sur gélatine est essentiellement polymorphe. » (Chantemesse et Widal.)

La sporulation se fait par l'apparition d'une spore terminale à l'une des extrémités du bâtonnet (Gaffky) ; la température de 34 à 40 degrés est la plus favorable. Ces spores sont incolores et ne prennent pas les couleurs d'aniline. Elles sont très résistantes, particulièrement à la dessiccation.

Selon Chantemesse et Widal, la température la plus favorable à la culture du bacille typhique est entre 25 et 35 degrés ; à 46° le développement s'arrête ; au dessous de 25°, il diminue, mais n'est pas encore arrêté à 3 degrés (Seitz). Sa résistance au froid est très grande.

Sur le cadavre, on le rencontre dans l'épaisseur de la muqueuse intestinale, des plaques de Peyer, dans les ganglions mésentériques, la rate, le foie, les reins et d'autres organes. On ne le trouve pas (Eberth) sur les cadavres d'individus qui ont succombé à une autre maladie que la fièvre typhoïde.

Il a été longtemps difficile de le démontrer dans le contenu de l'intestin et dans les selles des typhoïsants. C'est à Pfeiffer, de Wiesbaden, qu'on doit la première constatation de ce genre.

Sur le vivant, Neuhaus assure l'avoir obtenu des *taches rosées*, mais il est généralement admis qu'il ne reste pas dans le sang périphérique. C'est par ponction de la rate que les bactériologues vont le chercher (Nous ne recommandons pas cette méthode).

Nous avons vu antérieurement qu'il est très difficile de remarquer les bacilles typhiques dans les milieux, même dans l'eau (page 198). Nous serions plutôt inquiet de la fréquence des succès obtenus dans cette recherche sur quelques points. D'ailleurs nous sommes très antipathique à l'opinion d'après laquelle un milieu ou l'autre serait le véhicule exclusif ou prédominant du bacille typhogène. Flügge estime avec raison que les

aliments sont aussi bien appropriés à ce rôle que l'eau de boisson. « Les voies de propagation des germes, dit-il, depuis les déjections jusqu'aux aliments, sont extraordinairement nombreuses. Elles semblent tantôt dues au hasard ; tantôt, elles donnent l'illusion d'une conformité à certaines lois. Donnons seulement comme exemple le fait que les déjections qui renferment des spores arrivent, en dernière analyse, sur les terrains consacrés à la culture, jardins, campagnes, champs d'irrigation et de là, les spores non altérées sont transportées dans les habitations par les produits de la terre, l'homme, etc. Elles peuvent alors, par suite d'innombrables manipulations, de circonstances particulières, tomber sur un milieu nutritif favorable, s'y multiplier et donner lieu à une transmission ultérieure de la maladie. » D'ailleurs, la fièvre typhoïde est moins fréquente à Lille, dont toutes les matières fécales sont répandues en nature sur les champs d'alentour, qu'à Paris, où l'on en transforme une grande partie en sulfate d'ammoniaque.

Gaffky n'a jamais pu réussir, par l'inoculation ou l'injection de cultures pures du bacille typhique à des animaux, même à des singes, à reproduire une maladie qui ressemblât à la fièvre typhoïde. E. Fränkel et E. Simmonds assurent avoir été plus heureux ; Seitz est disposé à comprendre leurs expériences dans le même sens. Mais W. Sirotinin, Beumer et Peiper estiment que ces auteurs n'ont produit que des accidents pareils à ceux qu'on obtient avec les bactéries banales, tout au plus une intoxication (par la *typhotoxine* de Brieger), et jamais une véritable multiplication des bacilles spécifiques (infection). Les recherches de Widal et Chantemesse seraient plutôt favorables à Fränkel et Simmonds.

Bacillus pneumoniæ, découvert par Friedländer et Frobenius (1883), fut rangé par eux dans les microcoques (*pneumococcus*). Comme les éléments sont plus longs que larges, il paraît plus exact de les désigner sous le nom de bacilles.

Ces organismes (fig. 83) sont entourés, quand on les prend aux tissus animaux, d'une capsule, mais non plus quand ils proviennent de cultures ; cette capsule est une enveloppe muqueuse, que l'on rencontre aussi chez quelques autres espèces. Ils se cultivent aisément sur la gélatine, l'agar-agar, la pomme de terre. En injection dans le poumon de la souris ou en inhalation, ils reproduisent la pneumonie. Mais d'autres organismes en font autant et eux-mêmes ne se distinguent pas, morphologiquement, de beaucoup d'autres espèces. De telle sorte que le rôle pathogénique des bacilles de Friedländer n'est pas encore nettement fixé (Dreyfus-Brisac). L'organisme en question a été reconnu par Affanasiew, dans le laboratoire de Cornil. Emmerich, à l'occasion des épidémies de pneumonie qui ravagent, tous les ans, la prison d'Amberg (Haut-Palatinat), l'obtint par les cultures de la matière déposée dans les entrevous des locaux habités et, à l'aide de ses cultures, put provoquer des pneumonies lobaires chez des cobayes et des souris. Mais Netter (1887) a isolé les mêmes bacilles de la salive de trois personnes saines ; il met en doute l'intervention du microbe de Friedländer dans la pneumonie et rapporte le rôle pathogénique au pneumocoque de Fränkel.

Bacillus tuberculosus. — A été découvert par Koch (1882), au moyen de procédés ingénieux. C'est un bâtonnet très grêle, de 2 à 5 μ, rarement 8 μ, de longueur, fort semblable à celui de la lèpre. Son épaisseur est à peu près celle du bacille de la septicémie de la souris. Il est habituellement infléchi (fig. 84). Il produit des spores dans la longueur du filament, à la façon de *Bacillus Anthracis*, mais

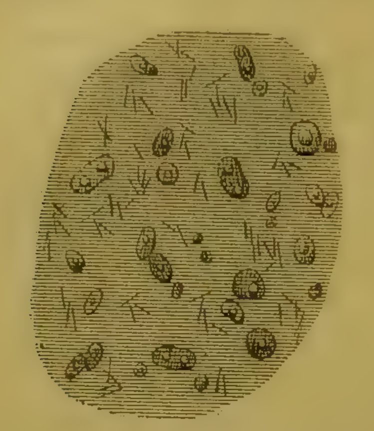


Fig. 84. — *Tuberculose miliaire du poumon* (700 × 1).



Fig. 83. — *Bacille de la pneumonie ; a*, de culture ; *b*, d'exsudat avec capsule (700 × 1).

sous des dimensions restreintes. Pas de mouvements spontanés.

Les bacilles se trouvent dans tous les produits tuberculeux et spécialement dans les crachats. Leur foyer normal semble être la cellule géante : c'est par la rupture de celle-ci qu'ils se dispersent sur les parois des cavernes. Koch pense qu'ils sont portés à distance par les cellules migratrices.

Ainsi fut confirmée par la bactériologie la démonstration de la virulence de la tuberculose, fournie par Villemin (1865).

Koch a cultivé le bacille tuberculeux sur le sérum du sang coagulé ; c'est un procédé laborieux et d'une réussite difficile. Nocard et Roux ont montré que l'*addition de glycérine* au sérum de Koch, à la gélose nutritrive, aux bouillons, en fait des milieux très favorables à la culture du bacille de la tuberculose.

Les cultures doivent se faire à la température de 37°. On ne voit apparaître les colonies que du dixième au quinzième jour. Elles ne liquéfient pas le sérum gélatinisé et restent superficielles. Leur aspect est celui de membrane friable et de croûtes sèches. Les bacilles de culture ont été reportés avec succès sur des animaux. D'ailleurs, malgré quelques protestations (Formad, Spina), tous les bactériologues et la plupart des cliniciens ont revu le bacille de la tuberculose et en admettent la spécificité.

En 1883, Malassez et Vignal, puis en 1885, Nocard, Eberth, et finalement Chantemesse (1887), ont signalé des cas de lésions tuberculeuses, dans lesquels ils n'avaient pu constater de bacilles, mais qui présentaient des *microcoques en zooglées*, difficiles à colorer. Par l'inoculation, les premiers reproduisirent sur quatre générations de cobayes les mêmes microcoques. En dernier lieu, les bacilles reparurent. De telle sorte que l'on n'est point fixé sur la valeur et la nature de cette tuberculose zoogléique. Les microcoques en question ne sont point les spores de *Bacillus tuberculosus;* mais ils pourraient en être un mode particulier de dévelop-

pement. A moins qu'il ne s'agisse d'une *pseudo-tuberculose*, comme Charrin et Roger (1888) en ont étudié une, « inoculable en série » aussi bien que la vraie et que la tuberculose zoogléique. Le petit bacille mobile, observé par ces deux savants, provoque la formation, dans le foie et la rate des cobayes, de granulations analogues à celles de la tuberculose ; mais il ne se développe pas dans les milieux glycérinés. Dans les observations de Chantemesse, la tuberculose zoogléique a été obtenue par l'inoculation des poussières d'un air respiré par des phthisiques.

La conquête des propriétés biologiques de l'agent pathogène de la tuberculose a amené Koch à refaire l'étiologie et la pathogénie de cette affection. *Bacillus tuberculosus* ne se retrouve dans aucun point du monde extérieur, indépendant de l'organisme de l'homme ou des animaux. C'est un « parasite essentiel ». Il lui faut, pour se développer, une température d'au moins 30°, un temps assez long, un milieu nourricier très animalisé et exempt d'autres organismes, normaux ou acclimatés, qui pourraient l'étouffer. Ce n'est que dans l'économie animale qu'il rencontre ces conditions.

Cette circonstance donne peu de chances à l'espoir que l'on pourrait concevoir d'une atténuation de ce virus. D'ailleurs, il est très résistant : Fischer et Schill ne sont pas parvenus à obtenir un amoindrissement de la virulence des bacilles tuberculeux en les soumettant pendant six semaines à l'influence de la putréfaction, ni en les abandonnant à la dessiccation pendant cent quatre-vingt-six jours.

Malgré l'énorme abondance du parasite dans les lésions tuberculeuses, il n'y a que deux formes de la tuberculose qui soient nettement aptes à le disséminer, à savoir la *phthisie pulmonaire* de l'homme et la tuberculose des animaux.

Les phthisiques humains propagent la tuberculose par leurs crachats, poudroyés dans les efforts de toux, mais surtout desséchés et pulvérisés dans l'air des habitations. Koch et Tappeiner ont démontré expérimentalement la transmissibilité tuberculeuse par inhalation de poussières de crachats de phthisiques. Selon Koch, les bacilles sont essentiellement véhiculés par les parcelles légères qui se détachent des draps de lit, des mouchoirs de poche, des couvertures, etc., sur lesquels des crachats se sont desséchés. Les bacilles ainsi inspirés pénètrent, quoique avec difficulté, jusqu'aux alvéoles pulmonaires, s'y fixent et font foyer; quelquefois, ils ont débuté par le larynx. Une souffrance préalable de la muqueuse aérienne, la desquamation rubéolique, la stagnation des mucosités d'un catarrhe bronchique simple, et même l'inactivité pulmonaire par les déformations du thorax, par les adhérences pleurales, favorisent leur implantation. Les nouveaux bacilles sont repris par les cellules migratrices et transportés, mais jamais très loin, tant qu'ils ne se sont pas ouvert un chemin par les canaux lymphatiques ou les vaisseaux sanguins. La tuberculisation par le transport lymphatique s'étend et fait des localisations lointaines; par le sang, elle est immédiatement généralisée et souvent miliaire et aiguë.

A la rigueur, les déjections intestinales des phthisiques, qui renferment

beaucoup de bacilles, peuvent, après dessiccation, contribuer à répandre la maladie. Mais le cas doit être rare, parce que les phthisiques n'ont pas de selles involontaires qui souillent la literie, comme les typhoïsants.

En somme, c'est la véhiculation aérienne qui transmet la tuberculose, bien qu'on n'ait pas réussi, jusqu'à présent, à démontrer la présence du bacille spécifique dans l'air, plus qu'on n'y a reconnu celui de la fièvre typhoïde ou d'autres. Bollinger, Celli et Guarneri ne l'ont pas obtenu même de l'air de locaux occupés par des phthisiques. Williams seul l'aurait reconnu dans l'air d'un hôpital de tuberculeux, au moyen du microscope, ce qui rend son observation suspecte. Il est vrai que la *culture* des germes de l'air n'offre aucune chance au bacille tuberculeux, si lent à se développer.

La théorie de Koch emporte en même temps la pénétration par la voie pulmonaire. En effet, les mœurs du bacille tuberculeux l'exposent fort à périr, sous l'influence des sucs de l'estomac et des mouvements du tube digestif, avant d'avoir pu s'implanter. Il ne peut y avoir, du reste, que les bacilles à spores qui réussissent. Les phthisiques, qui avalent nécessairement une partie de leurs crachats, n'ont pas la tuberculose intestinale aussi souvent que cela devrait être, si cette voie était favorable à l'introduction du parasite spécial.

Or, les animaux tuberculeux, qui ne crachent pas, ne peuvent propager la tuberculose que par la voie digestive, au moyen de leur viande ou de leur lait. Comme la tuberculose intestinale primitive est rare, on peut encore voir là une preuve que le tube digestif ne se prête pas volontiers à l'introduction de ce virus. A vrai dire, la tuberculose des animaux est assez localisée et l'on écarte de l'alimentation les parties habituellement envahies par les tubercules. Nous retrouverons plus loin (ALIMENTATION) cette question et celle du lait des animaux tuberculeux.

Notons, cependant, que d'après Koch les rapports de la tuberculisation des animaux (*Perlsucht*) avec celle de l'homme ne sont pas encore absolument nets. Les faits de transmission du tubercule d'un animal à l'homme, par suite de l'usage de viande ou de lait infectés, ne sont ni clairs ni frappants. Cependant, comme l'inoculation des tubercules des ruminants réussit sur les animaux les plus divers, chats, lapins, cobayes, souris, il est peu probable que l'homme fasse exception.

Bacillus lepræ. — Bâtonnet de 4 à 6 μ sur 1 de large, se colorant difficilement, doué de mobilité propre, mais dont la sporulation reste douteuse, se trouve dans toutes les lésions lépreuses, superficielles ou profondes. Les grandes cellules de la lèpre renferment de ces organismes en grand nombre.

Découvert en 1853, par Armauer Hansen, à Berne, il a été bien décrit par Neisser, en 1879. Il ressemble, en somme, infiniment au bacille tuberculeux.

Les inoculations sur des animaux donnent, tantôt une multiplication locale, faible, des bacilles (Damsch), tantôt ne donnent rien (Vidal, Kœbner). Mais les animaux n'ont pas la lèpre. Chez l'homme, la contagion paraît

possible, quoique assez rare et même encore non absolument démontrée (Leloir). La constance et la généralisation du bacille en question chez les lépreux permettent de le tenir pour l'agent spécifique.

Bacille de la morve. — Étudié en même temps, en France par Capitan et Charrin, en Allemagne par Lœffler et Schütz. Nous ne savons trop pourquoi Flügge établit une opposition entre le microbe de Capitan-Charrin, que ces auteurs auraient vu à l'état d' « organismes globuleux, parfois réunis en chaînettes », et le microbe en bâtonnets de Schütz-Lœffler. Le fait est qu'il n'y a pas un mot de la morphologie du microbe de la morve dans la note de Capitan et Charrin, lue par Brouardel, à l'Académie de médecine, dans sa séance du 26 décembre 1882. Mais les expérimentateurs français devaient, selon Flügge, avoir mal opéré parce qu'ils cultivaient leurs virus en des milieux liquides. Babes, qui, du reste, réclame la priorité sur les uns et les autres, dit seulement que les microbes de la morve, décrits par Bouchard, Capitan et Charrin « sont plus courts et plus épais » que ceux qu'il a vus à Budapest et à Berlin, mais non que ce ne sont pas des bacilles.

Ce bacille contesté ressemble, pour Babes, Lœffler et Schütz, à celui de la tuberculose. Il se cultive sur le sérum du sang à 37°, mais plus aisément que son congénère, et donne des colonies au bout de trois jours. Il réussit encore sur la pomme de terre et sur l'agar nutritif, qu'il liquéfie. Israël, Kitt et Weichselbaum ont confirmé essentiellement ces résultats.

Bacille de la diphthérie. — Le parasite de la diphthérie est mal connu et même douteux. Il est clair que les fausses membranes du pharynx, situées sur le passage de l'air, peuvent être ensemencées d'organismes variés qui n'ont rien à faire avec l'étiologie de la maladie. Lœffler s'est convaincu que certains microcoques en chaînettes, rencontrés particulièrement dans la diphthérie scarlatineuse, et se propageant dans l'économie par les vaisseaux lymphatiques, ne sont point propres aux cas typiques de diphthérie. Les microcoques d'Œrtel, de Letzerich, de Klebs (1873) de Wood et Formad (1882), ne sont pas davantage spéciaux à la diphthérie. Il n'en est peut-être plus de même des bacilles annoncés par Klebs, au Congrès de Wiesbaden, en 1883, mais qu'il n'avait pu cultiver. Löffler les a retrouvés, quoique non constamment, dans l'épaisseur de la fausse membrane, par-dessous la foule des organismes indifférents apportés par l'air. La culture de ces bâtonnets ne réussit pas sur la gélatine peptone, mais sur le sérum du sang, à 37°. Au bout de trois jours, on a des colonies de bacilles droits ou légèrement courbes (fig. 85), immobiles, de la longueur des bacilles tuberculeux, mais d'une épaisseur double. Les plus longs sont composés d'articles. Ils ne paraissent pas donner de spores, mais ils restent vivants pendant trois mois, si la température est assez élevée. Ils ne se développent pas au-dessous de 20 degrés. Wyssokowitsch les a cultivés, à 35°,



Fig. 85. — *Bacilles de la diphthérie; a*, de cultures récentes; *b*, forme d'involution (1000 × 1).

sur plaques d'agar à l'infusion de viande peptonisée. Ils se colorent vivement par le bleu de méthylène. Löffler réussit un assez grand nombre des inoculations qu'il pratiqua sur les animaux ; les souris et les rats se montrèrent réfractaires; les cochons d'Inde semblèrent succomber à une intoxication ; les lapins et les petits oiseaux offrirent de la diphthérie locale ; les pigeons et les coqs eurent des fausses membranes et des paralysies ; les singes n'éprouvèrent aucun dérangement. L'expérimentateur de Berlin hésite, cependant, à proclamer son bacille le parasite spécifique de la diphthérie, parce qu'il a obtenu une fois, en cultivant la salive de vingt enfants sains, des bâtonnets identiques de tous points à celui qui vient d'être décrit. Mais il se peut bien que cet agent spécifique fût venu d'autres malades diphthéritiques dans la bouche de cet enfant et y restât sans inconvénient, grâce à l'intégrité de la muqueuse. L'angine diphthéritique de l'homme, on le sait, est très souvent précédée d'angine inflammatoire.

Les études de Löffler sur la diphthérie des veaux et des pigeons ne sont pas favorables à l'opinion qui identifie ces affections à la diphthérie humaine. L'identité a été soutenue par Dammann et G. Fleming (diphthérie des veaux) ; par Nicati, Teissier, Chauveau, et jusqu'à un certain point, R. Longuet (diphthérie des volailles). Emmerich, de Munich, considère aussi la diphthérie de l'homme et celle du pigeon comme dues à un même agent, qui serait un bâtonnet court, massif, deux fois aussi long que large. En revanche, Flügge met en suspicion la méthode d'Emmerich et déclare que l'identité de la diphthérie du pigeon et de celle de l'homme est inacceptable ; ce qui est aussi l'avis de Cornil et Babes.

Bacille de la syphilis. — Le bacille de Lustgarten (fig. 86) a passé pendant quelque temps pour le parasite de la syphilis. Alvarez et Tavel, du laboratoire de Cornil, ont reconnu, dans le smegma du prépuce, des bacilles qui se comportent comme ceux de Lustgarten vis-à-vis des substances colorantes. D'autre part, toutes les tentatives d'inoculation de la syphilis aux animaux échouent. Comme le fait remarquer Leloir, il convient d'avoir la plus grande défiance vis-à-vis des microbes que l'on obtient par la culture des *produits de surface*, sécrétion d'ulcérations syphilitiques ou autres détritus. Si bien que « la nature parasitaire de la vérole, bien que probable, n'est pas démontrée. »

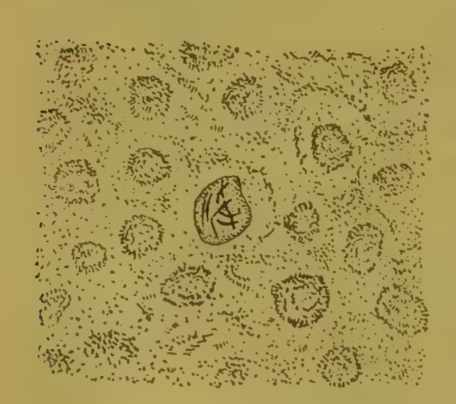


Fig. 86. — *Bacilles de la syphilis dans une cellule migratrice* (d'après Lustgarten) 1050 × 1.

Bacille de la malaria. — Nous avons dit (pag. 124) comment s'est évanoui le *Bacillus malariæ* de Klebs et Tommasi-Crudeli. Les « *hématozoaires du paludisme* » de Laveran semblent devoir le replacer. Ce ne sont pas, il est vrai, des bacilles, ni des spirilles, ni des schizomycètes d'aucune sorte. W. Osler, propose pour eux le titre d'*Hematomonas malariæ* et Metschnikoff

celui d'*Hematophyllum malariæ*. On les caractériserait ainsi : « corps plastiques ovoïdes ou globuleux, sans différenciation du protoplasma, contenant des grains de pigment; flagella en nombre variable (de 1 à 4), extrêmement polymorphes (amiboïdes, croissants, sporocystes, corps sphériques libres, pigmentés). »

Le *bacille de la dysenterie épidémique*, découvert par F. Widal et Chantemesse sur un soldat mort de dysenterie aiguë, prise au Tonkin, et revu par eux dans quatre autres cas de dysenterie exotique, est un bâtonnet à extrémités arrondies, légèrement ventru, se cultivant dans le bouillon, sur la gélose, la pomme de terre et dans l'eau de Seine stérilisée. On ne lui a pas vu de sporulation. Il est très peu mobile, se colore mal par les teintures d'aniline et ne liquéfie pas la gélatine. On le trouve dans les matières fécales des dysentériques et, sur le cadavre, dans les parois du gros intestin, dans les ganglions mésentériques et dans la rate. L'ingestion à des cobayes leur procure des ulcérations de la muqueuse de l'estomac; l'injection intra-péritonéale, une péritonite avec péricardite et pleurésie fibrineuse; l'inoculation intra-intestinale, un catarrhe intense des glandes de l'intestin, une diarrhée liquide, du gonflement avec ecchymoses et ulcération de la muqueuse. Les bacilles spécifiques se multiplient et forment des foyers entre la muqueuse et la celluleuse.

Les auteurs se sont assurés que cet organisme n'existe pas chez l'homme sain.

Bacille de la fièvre jaune. — Indépendamment des microbes en chaînettes, ovoïdes, que Babes a figurés, dans les vaisseaux du rein, dans un cas de fièvre jaune, Flügge lui attribue la démonstration, dans l'épaisseur de la muqueuse de l'intestin grêle, de courts bâtonnets « ressemblant à ceux du typhus ».

Les *bacilles du rhinosclérome*, décrits par Alvarez et Cornil, ressemblent aux bacilles de la pneumonie de Friedländer et selon Netter, sont le même organisme.

2° **Bacilles pathogènes pour les animaux.** — Arloing, Cornevin et Thomas ont nommé « *Bactérie* » du *charbon symptomatique* un bacille arrondi aux extrémités, souvent porteur d'une spore terminale, mobile (contrairement au bacille du sang de rate), que l'on trouve dans le tissu cellulaire sous-cutané, les glandes lymphatiques, les reins, la rate, les poumons du gros bétail, dans cette maladie. Ce bacille ne se cultive qu'à l'abri de l'oxygène.

L'inoculation de matière empruntée aux tissus ou aux humeurs des malades reproduit l'affection chez les cobayes, les lapins, les veaux, les moutons ; tandis que les chiens, les rats, les poules, sont réfractaires.

Les auteurs précités ont découvert qu'en injectant la matière virulente dans les veines au lieu de la déposer dans le tissu cellulaire, on obtient une maladie atténuée qui confère l'immunité contre des atteintes ultérieures. Ils en ont tiré une méthode vaccinale.

Le *Bacille de la septicémie de la souris*, remarquablement étudié par

Koch, est un organisme extrêmement petit (tout au plus 1 μ de longueur sur 1 à 2 dixièmes de μ de large), souvent par couples ou en chaînettes, sans mobilité apparente, apte à la sporulation.

Il est très intéressant de savoir que, quand on inocule une vingtaine de souris avec de petites quantités d'un liquide putride quelconque, il y en a toujours quelques-unes qui présentent les symptômes de la septicémie à laquelle appartiennent ces bacilles. Il ne l'est pas moins que le sang des souris septicémiques, inoculé aux souris des champs, les laisse complètement indemnes. Cette inoculation réussit, généralement, sur les moineaux et les pigeons ; peu chez les lapins et pas du tout chez les cobayes.

Par la culture de l'eau de la Panke (Berlin) et aussi de la saumure putréfiée, Gaffky obtint un bacille très petit qu'il pensa devoir identifier avec le bacille de la septicémie du lapin, de Davaine, *Bacillus cuniculicida* de Koch. Cependant, la septicémie de Davaine, autrefois, était inoculable au cochon d'Inde et le pigeon y était réfractaire. C'est le contraire de celle de Koch et Gaffky.

Bacille du choléra des poules. — On l'a traité d'abord de microcoque, puis de bactérium. En réalité, les individus jeunes ne sont pas arrondis, mais plutôt rectangulaires, à bords parallèles (1 à 2 μ de longueur). Plus tard, ils s'étranglent dans leur milieu, ce qui leur donne la physionomie de diplocoques. Cet organisme est immobile et aérobie. Il se cultive sur sérum, sur pomme de terre, dans le bouillon de poulet neutralisé.

On le trouve dans le sang et les organes des poules atteintes de la maladie que Pasteur a décrite dans les termes suivants : « L'animal en proie à cette affection est sans force, chancelant, les ailes tombantes. Les plumes du corps soulevées lui donnent la forme en boule. Une somnolence invincible l'accable. Si on l'oblige à ouvrir les yeux, il paraît sortir d'un profond sommeil et bientôt les paupières se referment et, le plus souvent, la mort arrive sans que l'animal ait changé de place, après une muette agonie. C'est à peine si, quelquefois, il agite les ailes pendant quelques secondes. » A l'autopsie, on trouve une entérite duodénale hémorrhagique.

Le microbe du choléra des poules a une certaine célébrité par ce fait qu'il est le premier sur lequel Pasteur ait obtenu l'atténuation d'un virus, au moyen de l'oxygène de l'air.

Les pigeons, les moineaux, les faisans, les souris, les lapins, comme les poules saines, peuvent être inoculés avec les cultures pures de ce bacille ; la mort s'ensuit rapidement. Les cobayes, les brebis, les chevaux ne meurent pas à la suite de l'inoculation : il se forme, au point de la piqûre, une infiltration lardacée, dure ; puis, plus tard, un séquestre qu'il est facile d'extraire, et qui est rempli des bacilles spécifiques.

On a encore remarqué qu'en filtrant sur du plâtre une culture pure de choléra des poules, si l'on injecte à une poule le liquide filtré ne contenant plus de bactéries, la poule présente encore les symptômes du choléra ; mais ils sont moins accentués et l'animal en guérit. C'est, évidemment, un exemple frappant d'un microorganisme qui fabrique une substance toxique; celle-ci provoque les phénomènes habituels de la maladie, mais ne saurait les faire durer, parce qu'elle ne se multiplie pas.

Bacille du rouget du porc. — Le *rouget* des porcs, *mal rouge*, érysipèle malin du cochon, *Schweinerothlauf*, a été complètement étudié, en Angleterre, par Klein, depuis 1878. Cet auteur y signalait la présence d'un *Bacillus minimus*, qui n'a point paru être le véritable parasite du rouget. Celui-ci aurait été découvert en mars 1882, simultanément, par Thuillier en France et par Detmer, à Chicago. Pasteur, qui a tiré un si grand parti des propriétés de ce microbe, le décrit constamment comme un organisme en 8 de chiffre ; c'est, néanmoins, un bacille, assez semblable à celui de la septicémie de la souris, mais un peu plus long et plus épais. Schütz et Löffler, Lydtin, Schottelius ont complété son histoire.

Il se cultive sur la gélatine peptonisée ; entre 18 et 40 degrés. Ses cultures ressemblent également à celles de la septicémie de la souris. Il est à la fois aérobie et anaérobie (Chamberland et Roux).

Un des points les plus curieux de l'histoire de ce microbe est le fait, utilisé par Pasteur pour la vaccination des porcs contre le rouget, que si l'on reporte ce virus chez le lapin, on obtient de génération en génération un virus de plus en plus meurtrier pour le lapin, mais qui ne communique plus aux porcs qu'un rouget modéré. La vaccination du rouget se pratique largement à Bade, où Lydtin a observé.

Si l'on fait une semblable série d'inoculations chez des pigeons, la virulence du parasite augmente pour ceux-ci, mais pour les porcs également.

D'après Chantemesse, il y aurait une *pneumonie* contagieuse des porcs, quelquefois confondue avec le rouget, mais absolument distincte, présentant un bacille également différent et à laquelle conviendraient les désignations de *Schweine Seuche*, de Schütz et Löffler, et de *Swine plague*, de Salomon (Washington). Elle régnait naguère dans le département des Bouches-du-Rhône. Le marché de la Villette en est un foyer puissant. D'autre part, Rietsch et Jobert, qui ont comparé le microbe de la maladie des porcs, à Marseille, avec celui de Löffler dans la Schweine Seuche et celui de Salomon dans le *Hog Cholera*, affirment qu'il s'agit de trois bactéries distinctes.

Bacillus septicus agrigenus, trouvé dans la terre par Nicolaier, élève de Flügge, est mortel en inoculations aux souris et aux lapins.

Il existe, dans la bouche de l'homme, dans la salive, des bacilles assez divers, dont plusieurs sont infectieux pour les animaux. Ainsi, le microbe qui fut, un instant, pris pour celui de la rage, dans un cas observé par Maurice Raynaud et Lannelongue, et au moyen duquel Pasteur et Vulpian tuaient les lapins en quarante-huit heures. Ils ressemblent beaucoup au microbe du choléra des poules.

Bacillus crassus sputigenus de Kreibohm est encapsulé comme le microbe de Friedländer, mais plus gros. Injecté dans les veines des lapins et des chiens, il amène la mort en dix heures, avec les signes d'une gastro-entérite aiguë. — *Bacillus septicus sputigenus*, observé par Fränkel dans les crachats rouillés de la pneumonie, est également entouré d'une capsule et regardé par l'auteur comme le réel parasite pathogène de la pneumonie. — *Bacillus pneumonicus agilis*, obtenu par Schou ; en injection dans les poumons du lapin ou même en inhalation, détermine aussi la pneumonie.

Nous nous bornons à énumérer : *B. diphtheriæ columbarum* et *B. diphtheriæ vitulorum*, de Löffler; — *B. cavicida*, de Brieger; — *Bacterium coli commune*, d'Escherich; — *Bacillus neapolitanus*, d'Emmerich, regardé par cet auteur et par Buchner comme l'agent cholérigène; *B. necrophorus*, de Löffler; *B. parvus ovatus*, du même; tous plus ou moins infectieux pour divers animaux, en inoculation ou en injection veineuse; — *Bacillus tetani*, ainsi nommé par Nicolaier, parce que l'inoculation, à des animaux, d'un peu de la terre végétale qui le renferme, leur procure des symptômes mortels tétaniformes (anaérobie); — *Bacillus alvei*, déterminé par Watson-Cheyne et Cheysire pour être le champignon du couvain gâté des abeilles; — les *bacilles du jequirity*.

3° **Bacilles saprophytes ou indifférents.** — Il y a lieu, suivant Flügge, qui nous sert de guide dans cet exposé, de faire cette réserve à l'égard d'un certain nombre de bacilles saprophytes, que l'on n'a pas expérimenté leurs propriétés pathogènes et que l'on pourrait être obligé, plus tard, de les adjoindre aux précédents.

Plusieurs de ces espèces sont *chromogènes : Bacillus prodigiosus* (*Micrococcus prodigiosus; monas prodigiosa*) produit une couleur rouge que l'on a observée sur le pain, en 1843, à Paris, et qui a valu son nom à ce microbe pour s'être montrée sur des hosties. Il dégage, en outre, une odeur de triméthylamine, en décomposant les matières albuminoïdes. — *B. indicus ruber* (Koch) donne la même matière colorante.

Bacillus (ou *micrococcus*) *pyocyaneus*, a été isolé par Gessard, en 1881, de linges colorés en bleu et en vert par le pus, dans le service du professeur Chauvel, au Val-de-Grâce. Cet organisme est incolore, ovoïde, long de 1 à 1μ,5; aérobie, très mobile. On le cultive bien, entre 35 et 38°, dans l'urine neutralisée, la décoction de carottes. Il se développe également dans la salive, la sueur, les liquides albumineux, la sérosité du vésicatoire, de l'hydrocèle. La matière colorante bleue sécrétée est la *pyocyanine* de Fordos, rougissant par les acides, ramenée au bleu par les alcalis. On l'extrait facilement par le chloroforme (et agitation). La solution aqueuse de pyocyanine est neutre; elle n'est pas altérable par l'ébullition.

Bacillus fluorescens putidus, *B. fl. liquefaciens*, *B. erythrosporus*, *B. luteus*, *B. fuscus*, *B. janthinus*, *B. cyanogenus*, bacille du lait bleu, complètent la série des chromogènes.

D'autres opèrent la fermentation des matières hydrocarbonées.

La fermentation lactique, c'est-à-dire la transformation du sucre de lait en acide lactique, en l'absence de l'oxygène et aussi en présence de ce gaz, est provoquée principalement, mais non exclusivement, par un organisme, le *Bacille de la fermentation lactique*, qui serait, d'après Pasteur, un bâtonnet de 1,5 à 3 μ de long, étranglé par le milieu, formant des groupes très denses de courts filaments, habituellement doué de mouvements très agiles. Hueppe a décrit récemment un microbe qui est l'agent le plus fréquent de la coagulation du lait et que Flügge déclare être probablement le même que le ferment lactique de Pasteur et de Lister, bien que les bacilles de Hueppe ne soient pas doués de mobilité.

Beaucoup de bactéries, qui produisent des ferments semblables à la présure, ainsi que l'a montré Duclaux, déterminent aussi la coagulation de la caséine.

La fermentation butyrique est probablement aussi produite par des bactéries variées (Flügge). Les bacilles décrits par Pasteur, Prazmowski, Fitz et Hueppe, comme possédant ce pouvoir, ne se ressemblent pas. Le premier en date est le *Bacillus butyricus* ou *Clostridium butyricum*, signalé par Pasteur et que van Tieghem appelait *Bacillus amylobacter*. L'organisme étudié ensuite par Prazmowski en reproduit les caractères essentiels. Ce sont des bâtonnets de 3 à 10 μ de long sur 1 de large, souvent en chaînettes ou en filaments sans articles apparents, ou encore en zooglées, d'ordinaire doués de mouvements très vifs, se gonflant en fuseaux (*clostridium*) ou en têtards, au moment de la sporulation. C'est un anaérobie typique. L'oxygène tue rapidement les bâtonnets, mais point les spores, quoique celles-ci ne germent pas à son contact. Duclaux admet, cependant, que cet être ait besoin d'oxygène à un certain moment de son existence. Max Gruber a reconnu, par une culture appropriée, trois espèces distinctes dans *Bacillus amylobacter;* l'une d'elles est aérobie. Ce qui explique peut-être la remarque précédente.

Bacillus butyricus détermine des phénomènes fermentatifs extrêmement accentués. Dans les solutions d'amidon, de dextrine et de sucre, il développe en quelques jours une quantité notable d'acide butyrique avec dégagement d'acide carbonique et d'hydrogène. Les vases renfermant les liqueurs nourricières, sur lesquelles on expérimente le ferment, doivent être imperméables à l'air et privés d'air avant l'ensemencement des bacilles. La forte pression que les gaz accumulés exercent au bout de quelque temps n'arrête pas le développement du bacille non plus que la fermentation même. La température favorable est de 35 à 40°.

C'est encore ce bacille qu'il faut regarder comme la cause de la fermentation butyrique du lait vieux et du fromage fait. La fermentation butyrique ne commence dans le lait que quand une végétation vigoureuse de bactéries lactiques a converti une grande partie du sucre de lait en acide lactique et, par suite, a dépouillé le liquide de son oxygène.

Il est probable que la décomposition de la glycérine en acide butyrique, alcool éthylique, etc., doit être rapportée à l'action de ce bacille. Il est vraisemblable, en outre, que c'est encore lui qui opère la décomposition de la cellulose et qu'il a une importance industrielle dans le rouissage du lin, sans préjudice de son intervention dans la digestion de la cellulose chez les herbivores. C'est cette action sur la cellulose que van Tieghem attribuait au *Bacillus amylobacter* particulier, qu'il reconnut plus tard être identique au ferment butyrique de Pasteur. — Enfin, il est dénitrifiant, d'après les expériences de Dehérain et Maquenne.

Le *B. butyricus* présente cette particularité, dans certaines conditions, qu'il fournit avec l'iode une combinaison de son plasma qui se colore en bleu passant au violet foncé. Cette propriété se réalise au mieux quand le bacille est cultivé sur un terrain renfermant de l'amidon; elle se montre encore sans amidon, s'il est remplacé par la cellulose, le lactate de chaux, la glycérine ; mais elle disparaît habituellement avec la dextrine et le sucre. Les bâtonnets jeunes sont en bleu pur, les vieux en violet foncé ; quelques-uns n'ont que des zones transversales colorées en bleu; d'autres le sont uniformément.

B. butyricus est extraordinairement répandu; on peut le retirer du suc des

plantes en putréfaction, de la poussière de foin, du fromage, des cellules des plantes à suc laiteux.

On peut en rapprocher le bacille de Liborius et celui de Hueppe, qui ne diffèrent peut-être du précédent que pour les expérimentateurs qui les ont cultivés. *Bacillus polymyxa*, de Prazmowski, ne doit pas, non plus, en être très éloigné, et, comme en d'autres cas, les propriétés particulières reconnues ici peuvent dépendre du milieu dans lequel on a pris la semence bacillaire.

Parmi les microbes qui font fermenter le lait de vache, pour la fabrication du *Kéfir* dans le Caucase, Kern et Krannhals ont noté des bâtonnets qu'ils ont nommés *Dispora caucasica* et qui peuvent recevoir le titre de *Bacillus caucasicus*.

Riedlin, dans ses expériences sur l'action de l'iodoforme, a utilisé un bacille qui ressemble exactement au bacille typhique, sauf une nuance de coloration de ses colonies et qu'il qualifie de « *typhusähnlicher Bacillus* » (*littéralement :* bacille typhoïde). Ce microbe a été obtenu des poumons d'un cheval mort d'*Influenza;* il ne liquéfie pas la gélatine, mais il opère, dans ses cultures par piqûres, une fermentation qui se traduit par le dégagement de nombreuses bulles d'acide carbonique le long des parois du canal d'inoculation.

Mentionnons : *Bacillus pyogenes fœtidus* (Passet), — *B. putrificus coli* (Bienstock), — *B. saprogenes* 1, 2 et 3 (Rosenbach), — *B. coprogenes fœtidus* (Schottelius) et les divers *Proteus* de Hauser, — *P. vulgaris, mirabilis, Zenkeri*, issus des substances animales en putréfaction, et qui sont remarquables par les dispositions singulières de leurs masses zoogléiques.

Les genres *Bacterium termo* et *B. lineola*, si importants naguère, semblent ne plus exister. Ces termes se rapportent à une collectivité d'espèces bacillaires, fort communes, très mobiles, mais n'ayant rien à faire avec la putréfaction, contrairement aux idées reçues. En revanche, Flügge fait une remarque qui mérite une grande attention, à savoir que beaucoup d'espèces, participant réellement à la putréfaction, sont anaérobies; d'où il résulte qu'il est possible que l'on ait reconnu les individus de ces espèces, au microscope, dans les matières putrides; mais qu'on n'en retrouve plus trace dans les cultures.

Les spores de ces anaérobies sont répandues partout et pénètrent dans toutes les matières qui se putréfient à l'air; elles se développent seulement lorsque l'oxygène y a été épuisé par la nutrition des aérobies. Pour cultiver ces anaérobies, il faut porter l'ensemencement sous une couche épaisse de gélatine, cultiver dans l'hydrogène, dans le vide, etc.

Des filaments, qualifiés jadis de *Leptothrix buccalis*, appartiennent probablement (Rasmussen, Miller, Flügge) à diverses espèces et cette expression ne doit plus être qu'une désignation générique.

Une dernière section de bacilles comprend, d'après Flügge, les bacilles *ne produisant pas de fermentation spécifique connue*. Elle est assez nombreuse et intéressante. Nous nous bornerons à y décrire *Bacillus subtilis*, extrêmement commun et remarquable à divers égards.

Ce sont des bâtonnets d'environ 6 μ de long, larges de 2 μ, souvent disposés en pseudo-filaments, ordinairement mobiles et s'avançant par reptation. Aux deux

extrémités du bâtonnet, on peut, après traitement par l'hématoxyline (Koch), distinguer un flagellum en spirale. La sporulation a lieu quand le milieu nutritif est épuisé; le bâtonnet se gonfle en un point et produit une ou deux spores ovoïdes, assez grandes.

Bacillus subtilis est un type d'aérobie; la privation d'oxygène le tue. Ses spores sont dans l'air, dans la poussière, sur tous les objets. Il prospère sur les milieux les plus variés, même peu riches en matière organique, pourvu qu'ils soient humides. On le voit en efflorescences blanches sur le fumier des herbivores, en membranes plissées sur les purins. L'acidité du milieu, seule, lui est antipathique. Ses spores sont douées d'une grande résistance. Buchner l'obtient en cultivant l'infusion de foin, bouillie pendant un quart d'heure.

On ne sait pas quel genre de fermentation ce microbe peut opérer. On en rapproche, à cet égard, *Bacillus aerophilus*, *B. mesentericus fuscus*, *B. mesentericus vulgatus*, *B. liodermos*, *B. multipediculus*, *B. racemosus liquefaciens* (Praussnitz), *B. mycoïdes*, les *bacilles des excréments* (Bienstock), *Bacterium Zopfii*, dont un grand nombre ont été reconnus et étudiés à l'Institut d'hygiène de Gœttingen (Flügge) et retrouvés dans le sol par Pagliani, Maggiora et Fratini; tous Saprophytes. — *Bacillus megaterium* (de Bary), *B. tumescens* (Zopf), *B. ulna* (Cohn), *B. Hansenii* (Rasmussen), *B. tremulus* (Koch), *B. merismopedioïdes* (Zopf).

C. SPIRILLES.

1° **Spirilles pathogènes.** — L'organisme de ce genre le plus anciennement connu est *Spirillum Obermeieri* (*Spirochæte O.*), découvert en 1873, par Obermeier, dans le sang de malades atteints de typhus à rechutes, et retrouvé par F. Engel (1884) dans la fièvre bilieuse d'Égypte. Ce fut un des premiers exemples de *Contagium animatum*. Il n'existe que dans le sang et disparaît pendant la phase apyrétique de la maladie. L'inoculation de sang contenant des spirilles à des macaques (Koch et Carter) leur donna un accès, avec multiplication des spirilles dans leur sang, mais sans rechutes.

Le microbe (fig. 77, pag. 438) a de 16 à 40 μ de long et 12 à 20 spires. On n'a pu encore en faire des cultures pures et l'on ne sait ce qu'il devient pendant la phase apyrétique. Il est, sans doute, détruit par les phagocytes.

Mais le schizomycète de cette classe le plus intéressant est le bacille-virgule, *Komma-bacillus* ou *Spirillum choleræ asiaticæ*, démontré par Rob. Koch, lors de sa mission dans l'Inde, au commencement de 1884.

Fig. 87. — *Bacilles-virgules sur linge humide*, d'après Flügge (600 × 1).

Les bacilles-virgules (fig. 87), tels qu'ils se présentent dans l'intestin des cholériques, peuvent passer pour des éléments ou pour des fragments de spirilles, parfois disposés les uns à la suite des autres en *S*, en ε, ou encore en longs filaments ondulés. Ce sont des bâtonnets longs de

$1\mu,5$ en moyenne, dont l'épaisseur est du tiers au sixième de la longueur, généralement recourbés et d'autant plus qu'ils sont plus vieux. Dans les cultures, on rencontre de véritables spirilles. Les bacilles-virgules se déplacent avec assez d'agilité; les longues spirilles sont plus lentes. Ils se cultivent dans le bouillon, le lait, la gélatine, la pomme de terre, et, en somme, dans les milieux nutritifs les plus variés. Les colonies liquéfient la gélatine; la culture par piqûre dans une éprouvette de gélatine affecte une disposition en entonnoir, que l'on a donnée comme caractéristique.

R. Koch et Flügge affirment que *Komma-bacillus* ne produit pas de spores. Divers observateurs qui avaient hasardé l'opinion contraire, n'avaient pas été pris en sérieuse considération. Mais un compatriote de R. Koch, d'une compétence notoire, Hueppe, a décrit (1885) un processus et une forme de ce microorganisme qui ne peuvent guère se rapporter qu'à une « forme durable », à des spores. Sans les avoir vues, Max Gruber a observé des faits qui le portent à croire que ces spores existent. Au fond, il est assez difficile de comprendre la persistance et, parfois, l'extraordinaire diffusion du choléra, supposé maladie parasitaire, avec un bacille sans forme permanente et, d'ailleurs, de tempérament assez délicat, d'après Koch lui-même.

En effet, le bacille de Koch ne supporte ni l'acidité, ni la pauvreté nutritive du milieu, ni la dessiccation pendant quelques heures, ni la concurrence des saprophytes. Il disparaît rapidement dans l'eau, même quand elle est chargée d'impuretés organiques (Meade Bolton). R. Koch l'a trouvé dans un *tank* de Calcutta; mais ce fait, d'ailleurs discuté, est resté unique. Dans les fosses d'aisance, il succombe en vingt-quatre heures.

Quoique aérobie, toutefois, Komma-bacille se développe encore dans ses cultures, lorsqu'on empêche l'accès de l'oxygène. Le développement est seulement un peu plus lent. Au point de vue de la température, il lui faut au moins 16 à 17° ; le point favorable est de 22 à 25°, ou plutôt de 30 à 40°, c'est-à-dire celui où la gélatine redevient liquide.

C'est uniquement dans l'intestin des cholériques et dans leurs selles que l'on rencontre le bacille-virgule, régulièrement à la surface de la muqueuse et plutôt dans les premiers jours que postérieurement; puis dans l'épaisseur de celle-ci, par immigration, quand le choléra a duré quelque temps chez le malade.

Le microbe en question se trouve chez presque tous les cholériques et ne se trouve pas sur d'autres malades ni en des milieux que la spécificité cholérique n'a pas atteints. Malgré les oppositions et les incrédulités du début (Finkler et Prior, de Bonn, T. Lewis de Netley, Malassez, Straus, Klein, Deneke, Miller, Ray Lankester, Emmerich, Buchner, etc.), l'originalité et la spécificité du parasite de Koch semblent s'établir; elles sont acceptées par Cornil et Babes, Rietsch et Nicati, de Marseille, van Ermenghem, etc. Il paraît assez certain que les bacilles courbes constatés dans des affections différentes du choléra asiatique, dans le choléra *nostras*, dans la dysenterie, dans le mucus vaginal de femmes atteintes de cancer utérin ou dans des milieux d'une banalité parfaite, n'ont de commun avec le Komma-bacille

que de vagues caractères de forme. En fait, l'état de bacille courbe semble être vulgaire chez toutes les espèces de spirilles, pathogènes ou non, à une certaine phase de leur existence, et ne saurait servir de signe distinctif.

Pourtant, les essais de transport de cultures pures du bacille-virgule aux animaux ne sont rien moins que probants. Il faut des précautions, ou plutôt des procédés extraordinaires, pour arriver à quelques résultats. Rietsch et Nicati injectent directement les déjections cholériques ou les cultures pures dans le duodénum des animaux ; il n'est pas nécessaire de lier en même temps le canal cholédoque. Koch fait l'injection dans la première anse d'intestin qui se présente, afin d'éviter de faire succomber les animaux aux conséquences du traumatisme. Mieux encore, il introduit le virus par la bouche, en neutralisant au préalable le suc gastrique par une solution de soude et en faisant une injection de teinture d'opium dans la cavité abdominale pour paralyser les mouvements péristaltiques de l'intestin. Dans ces conditions, il se produit habituellement deux résultats graves ; d'une part, les sujets en expérience deviennent malades et, souvent, meurent dans le refroidissement ; d'autre part, le contenu de l'intestin est composé presque exclusivement d'une culture pure de bacilles-virgules. Il y a donc vraiment une *infection* et des symptômes cholériformes, quoique sans diarrhée ni vomissements.

Mais, en faisant la même expérience avec d'autres espèces bactériennes, notamment avec les bacilles courbes de Finkler et Prior, Deneke, Miller, Koch a également provoqué, quoique bien moins souvent, la mort des sujets. On arrive, d'ailleurs, au même résultat avec les bacilles du charbon et les bacilles de Brieger. D'un autre côté, quand on injecte de fortes doses de cultures de bacilles-virgules dans le péritoine, dans les veines des lapins, on observe également la parésie des extrémités postérieures, le ralentissement de la respiration, des phénomènes de gastro-entérite et, fréquemment, la mort au bout de trois heures. C'est une *intoxication* et non plus une infection bacillaire, puisque les microbes sont détruits dans le sang.

Le parasite cholérigène agit donc par la fabrication d'un poison, d'autant plus abondant que les bacilles se multiplient davantage, et qui est résorbé à la surface de l'intestin après avoir d'abord entraîné la chute de l'épithélium. Cette circonstance explique que l'on puisse arriver à provoquer, en annulant leur résistance physiologique, chez des animaux qui ne sont pas naturellement aptes au choléra, une multiplication des bacilles et une intoxication, sans avoir reproduit vraiment le choléra. Ce que l'on obtient ne dépasse guère ce que l'on fait sur la gélatine de culture, sauf que celle-ci ne traduit pas l'intoxication. C'est pour cela que l'on peut provoquer également, en s'y prenant bien, chez les animaux, des pseudo-choléras avec les bacilles de Finkler et Prior et avec tous les bacilles qui fabriquent des poisons; de même que l'on a provoqué des pseudo-fièvres typhoïdes avec le bacille typhique et quelques autres.

Quoi qu'il en soit, le bactériologue allemand a fait immédiatement et d'une façon très large la pathogénie du choléra sur les bases de sa découverte et comme s'il n'y avait plus rien à apprendre, après lui, sur la biologie du parasite de cette maladie infectieuse.

Le choléra ne peut venir que des déjections des premiers jours de la maladie d'un cholérique antérieur, ou des objets souillés par elles ; il ne se propage jamais par l'air, puisque le bacille ne fait pas de spores et qu'il meurt par la dessiccation qui lui permettrait de se trouver dans les pous-

sières. Il ne pénètre jamais, par suite, par les voies respiratoires ni même par aucune autre voie que le tube digestif. Les aliments, l'eau (dans laquelle il se plaît si mal), sont ses vrais véhicules. Les personnes qui soignent les cholériques, ou touchent leurs linges, leurs effets, s'infectent elles-mêmes en portant leurs mains à la bouche, en touchant leurs aliments sans s'être lavées (quoiqu'on sache que les médecins, les élèves, les infirmiers, ne soient point particulièrement maltraités par le choléra). Les mouches, qui volent des excréments cholériques aux aliments et aux boissons des individus restés sains, sont des agents sérieux de transport. Il n'est pas difficile de prévoir que le régime des pluies peut influencer les allures du choléra, du moment qu'il relève d'un organisme dont la vitalité est liée à l'état humide des surfaces. Les propriétés du sol et l'humidité de ses premières couches ne peuvent qu'avoir aussi de l'influence; mais nous ne comprenons absolument pas les explications, à la vérité fort diffuses, que donne Flügge du rôle de la zone « d'exsiccation » (ou d'évaporation. Voy. p. 54); nous admettons sans peine que les bacilles-virgules s'y multiplient quand elle est détrempée par la pluie; mais cette zone humide les gardera, à moins qu'elle ne les transmette à l'eau souterraine, qui les détruira; ou bien, elles les mêlera aux poussières atmosphériques, à l'époque de sa dessiccation, et ces bacilles seront inoffensifs, puisque la sécheresse les tue.

Par ailleurs, Koch recommande comme prophylaxie la *propreté* des personnes et des choses, ce à quoi nous ne saurions trop souscrire, et le maintien d'un haut degré de résistance vitale chez les individus, défense excellente vis-à-vis de tous les contages et qui est précisément le but en résumé de tous les efforts de l'hygiène.

On ne connaît pas encore de moyen positif d'*atténuer* la virulence du bacille-virgule, quoique Koch regarde cette atténuation comme possible et que Nicati et Rietsch aient cru remarquer qu'elle se réalise dans les cultures maintenues à 20 ou 25°. Quant aux *inoculations préventives* de Ferran, il est acquis qu'elles ne méritent pas la discussion.

2° **Spirilles saprophytes ou indifférentes.** — Nous pensons avoir dit, dans les pages qui précèdent, tout ce qui peut intéresser l'hygiène au sujet des *Spirilles de Finkler et Prior*, de *Spirillum tyrogenum* de Denéke, de *S. sputigenum* de Lewis. D'autres sont mal connues : *Spirochæte plicatilis*, *Vibrio rugula*, *Vibrio serpens*, *Spirillum tenue*, *S. undula*, *S. volutans*, etc.

Sous le nom de *Tyrothrix*, Duclaux a décrit un certain nombre de microbes dont la présence a pour effet de faire fermenter les matières albuminoïdes et qui, pour la plupart, nous ont semblé revêtir les caractères morphologiques des spirilles. *Tyrothrix tenuis*, *filiformis*, *turgidus*, *scaber*, *virgula*, *distortus*, *geniculatus*, sont aérobies, produisent une diastase et, au moyen de celle-ci, une matière albuminoïde dont ils se nourrissent en l'oxydant de plus en plus. *Tyrothrix urocephalum*, *claviformis*, *catenula*, sont anaérobies et produisent une fermentation avec dégagement de gaz et d'odeurs

D. SCHIZOMYCÈTES A FORMES DE CROISSANCE VARIABLES. — Ce cadre est ouvert par Flügge à quelques espèces de grande taille, naguère encore rangées parmi les *Algues*, et chez lesquelles Zopf aurait découvert un cercle étendu de formes de croissance. Nous n'avons aucune compétence pour contrôler ces faits nouveaux et nous énumérons simplement les types de cet ordre : *Crenothrix kühniana* (voy. page 186), *Beggiatoa* (p. 155), *Phragmidiothrix*, *Cladothrix*, *Monas*.

La plupart de ces organismes vivent dans les eaux au sein desquelles se putréfient des matières organiques et sont peut-être les agents de cette putréfaction (*Beggiatoa alba*, *B. roseo-persicina*, etc.). Pour l'hygiène, ils ne sont rien de plus que des indices suspects.

2° Physiologie générale des microorganismes.

On sait, depuis longtemps, que les Champignons inférieurs font repasser les combinaisons complexes de carbone et d'azote des matières organiques mortes, végétales ou animales, à l'état de combinaisons simples, aptes à rentrer dans le cercle de la vie et tout d'abord en nourrissant les végétaux supérieurs.

Mais les découvertes de Pasteur et des savants qui l'ont suivi ont fait voir que tel n'est point le mode uniforme de nutrition des microorganismes. Beaucoup d'entre eux prennent l'azote aux combinaisons simples (AzH^3,AzO^5), absolument comme les grands végétaux; d'autres se caractérisent par une modalité vitale inattendue et qui n'est même pas invariable dans la même espèce. Il n'est guère de constant qu'un seul fait; c'est que les Champignons n'assimilent pas le carbone de CO^2.

La nutrition, néanmoins, et par suite le développement, la reproduction des microorganismes, se traduisent par des phénomènes qui intéressent l'hygiène au plus haut point, à savoir, par les *fermentations* dans la matière organique inanimée, par les *maladies* chez les êtres vivants, vastes processus qui sont comme les *fonctions* de ces agents infimes. Il n'en faut pas tant pour justifier ce paragraphe.

Nous avons déjà, au cours du précédent article, indiqué un certain nombre des conditions des milieux nourriciers, favorables ou non à la vitalité des microorganismes les plus intéressants, les circonstances de température, d'humidité, de luminosité, auxquelles sont subordonnés leurs succès ou leur ruine, les menaces que constituent pour telle ou telle espèce la concurrence vitale des espèces voisines. Nous ne ferons, dans les lignes qui vont suivre, que formuler à ces divers égards quelques lois générales, méthode que C. Flügge a très judicieusement adoptée.

Nutrition des microorganismes. — 1. *Les Moisissures.* — Les moisissures renferment probablement, en dehors de l'eau, 30 p. 100 d'albumine, 40 à 55 p. 100 de cellulose et 5 à 8 p. 100 de cendres. Dans celles-ci, les matières minérales seraient : potasse, 50 ; soude, 1,5 ; chaux, 1 ; magnésie, 2 ; oxyde de fer, 1 ; acide phosphorique, 30; un peu de silice, d'acide chlorhydrique et d'acide sulfurique. On suppose que l'eau forme aux environs

de 88 p. 100 de leur masse, comme chez les grands Champignons. Il est possible d'induire, de ces données, les besoins de ces organismes.

Pasteur et Raulin ont fait à cet égard une série d'expériences. Ce dernier a trouvé que le meilleur milieu nourricier pour *Aspergillus niger* renferme : eau, 1,500 grammes; sucre candi, 70 grammes ; acide tartrique, 4 grammes ; nitrate d'ammoniaque, 4 grammes ; phosphate d'ammoniaque, 0gr,6 ; carbonate de potasse, 0gr,4 ; carbonate de magnésie, 0gr,4 ; sulfate d'ammoniaque, 0gr,25 et 0gr,07 de sulfate de zinc, de sulfate de fer et de silicate de potasse. Aucun de ces éléments ne pouvait manquer sans qu'il en résultât une diminution dans la récolte.

Suivant Nägeli, le besoin d'*azote* ne peut être couvert par l'azote libre, ni combiné au carbone (cyanogène) ou à l'oxygène dans les acides picrique et nitrobenzique ; mais l'azote peut être pris aux nitrates, aux sels ammoniacaux, aux chlorures de méthyle et d'éthylamine, et aux corps suivants : triméthylamine, leucine, asparagine, acétamide, oxamyde, urée. En somme, les substances azotées les meilleures sont les albumines solubles et les peptones. Le *carbone* est pris aux hydrogènes carbonés des groupes CH^3 ou CH^2 ; jamais aux combinaisons du carbone avec l'oxygène ou avec l'azote seules, jamais aux acides gras insolubles. L'utilisation du carbone est d'autant plus parfaite que la combinaison du carbone est moins stable. Les meilleures substances sont : les sucres, la mannite, la glycérine ; les acides tartrique, succinique, acétique ; l'alcool éthylique, les acides quinique, benzoïque, salicylique, le phénol, et le carbone de l'asparagine, de la leucine, de la propylamine.

L'*hydrogène* est fourni par l'eau. Le *soufre*, par l'albumine et par les combinaisons sulfuriques, sulfureuses, hyposulfureuses. Les *matières minérales* peuvent être rares, mais la soude ne saurait remplacer la potasse.

Les Mucédinées ont toujours besoin d'*oxygène* libre. Aussi végètent-elles à la surface des liquides et aussi à la surface du corps de l'homme et des animaux et dans leurs voies aériennes. Elles ne pénètrent dans les liquides qu'autant qu'elles y trouvent de l'oxygène dissous et, même, si l'on plonge, par exemple, *Mucor mucedo* dans un liquide, il change son mode de développement, pousse des bourgeons, comme les levûres dont il fait, en effet, l'office et, finalement, végète ; il périrait, si précisément les bulles d'acide carbonique que produit cette levûre nouvelle ne soulevaient ses cellules et ne les ramenaient à la surface où elles rentrent dans les conditions normales de leur existence et reprennent vigueur. La présence de champignons sur l'homme, sur les animaux, sur divers insectes et sur des plantes, le succès des injections, dans le sang, de certains *Aspergillus* ne prouvent pas contre cette règle. En effet, ces champignons ne produisent, dans le sang, que du mycélium auquel suffit l'oxygène faiblement combiné de l'oxyhémoglobine ; les organes de fructification ne se montrent qu'au dehors (*Empusa*, *Cordyceps*, *Botrytis Bassiana*, *Isaria*).

Les moisissures ont besoin d'*eau ;* mais leurs exigences à cet égard sont très variées. On en voit prospérer au-dessous de 50 p. 100 d'eau dans le milieu nourricier, ce qui serait une sécheresse mortelle pour les Schizo-

mycètes; en revanche, comme certains Schizomycètes, il en est qui vivraient presque dans l'eau distillée.

En général, elles redoutent la *réaction* alcaline du milieu et admettent volontiers l'acidité qui, au contraire, est habituellement fatale aux Schizomycètes.

La *pression* atmosphérique, l'*électricité*, la *lumière*, paraissent être sans effet sensible sur les moisissures, dit Flügge. Il semble cependant, en ce qui concerne la lumière, que les parasites qui envahissent les céréales aient besoin du grand jour, tandis que les mucorinées, les *Aspergillus*, *penicillium*, végètent mieux dans l'obscurité des caves.

Les extrêmes de température sont mortels aux moisissures. Entre les extrêmes, il y a un point *optimum*, variable selon les espèces, et dont il faut se rapprocher pour chacune. Ce point est aux environs de 20° pour *Penicillium*, de 38° pour *Aspergillus flavescens*. Le premier végète encore jusqu'à 2°,5 en bas, 43° en haut; le second jusqu'à 12 ou 15° en bas, 45° en haut.

Quand des levûres ou des schizomycètes sont semés sur le même milieu que les moisissures, les premiers peuvent empêcher entièrement le développement des secondes; c'est surtout une question de concentration ou de réaction du milieu. Entre des moisissures d'espèce différente, c'est une question de température.

La *formation des spores* et leur *germination* exigent, en général, la meilleure constitution chimique du milieu et les circonstances physiques les plus favorables. La germination se fait plus ou moins longtemps après l'éclosion des spores. Les « spores durables » ont besoin d'une période de sommeil. D'autres germent de bonne heure, si elles en ont l'occasion, mais peuvent garder, dans le cas contraire, pendant des mois et des années l'aptitude à la germination.

2. *Les levûres.* — La levûre de bière, type du genre, renferme en moyenne : carbone 48 p. 100; azote 9 à 12; hydrogène 6 à 7; soufre 0,6. Les matières minérales y sont dans la proportion de 7 p. 100 (Nägeli). Elles renferment de la potasse, de l'acide phosphorique, de la chaux, de la magnésie. Il est remarquable que les matières albuminoïdes des levûres soient plus importantes que la cellulose; c'est le contraire des moisissures. L'eau varie de 40 à 80 p. 100.

Les levûres se nourrissent essentiellement comme les moisissures. Elles prennent l'azote aux peptones et aux sels ammoniacaux, mais point aux nitrates, et, quand elles sont réduites à vivre des sels ammoniacaux, elles dégénèrent. Le carbone leur est fourni surtout par le sucre, puis par la mannite, la glycérine, l'acide tartrique, etc. Flügge fait remarquer qu'il ne faut pas confondre la *nutrition* des levûres avec la *fermentation*, qui est une fonction basée sur la première, mais n'en résultant pas nécessairement et la compliquant, lorsqu'elle a lieu. Cette distinction éclaire la question du rôle de l'oxygène dans l'existence des levûres.

La levûre, mise en contact avec de l'eau qui contient de l'oxygène, absorbe l'oxygène, comme l'a montré Schützenberger, et son développement

est plus actif, si l'on fait passer un courant d'air dans le milieu nourricier. Si l'on supprime l'accès de l'air, le développement n'a plus lieu qu'à la condition qu'il y ait dans le liquide une substance nutritive très favorable, de la peptone, par exemple, avec 1 à 10 p. 100 de sucre et 0,5 d'acide phosphorique, et qu'il puisse y avoir une fermentation. Ce qui a fait dire à Nägeli que « l'activité fermentative est en état de procurer une certaine somme d'énergie réalisable dans la vie végétative des cellules. » (Flügge).

Les levûres supportent assez bien les acides, mais point les alcalis. La lumière et l'électricité sont sans influence sur elles. P. Bert avait annoncé qu'une pression de 20 à 40 atmosphères suspend leur développement; mais, des pressions de 300 à 400 atmosphères (Certes et Cochin) n'atteignent pas leur vitalité ultérieure. D'après Hansen, le mouvement leur serait favorable. La température qui leur est le plus propice est entre 25 et 30°.

La concurrence des schizomycètes est capable d'arrêter le développement des levûres. Mais si le milieu est avantageusement constitué pour celles-ci et que l'ensemencement de levûre soit assez considérable, le développement des saccharomycètes peut être assez rapide pour l'emporter sur les autres parasites.

Les levûres et les schizomycètes, contrairement aux moisissures, bourgeonnent et se multiplient par fragmentation, tant que le milieu nourricier est riche. Si celui-ci s'appauvrit, c'est alors seulement qu'ils se réfugient dans la forme qui n'a pas de besoins, la *forme permanente*, l'état de spores. Il suffit, par exemple, d'étendre de la levûre sur une tranche de carotte pour la voir produire des spores, comme il a été dit (page 437). Ces spores ne se forment pas au-dessous de 1/2 degré ni au-dessus de 37°,5.

3° *Les Schizomycètes.* — On analyse les bactéries en les isolant de leurs cultures pures. Les données fournies, à cet égard, par Nencki, Nægeli, Lœw, Scheiler et Durin, ne concordent pas absolument. Si l'on en défalque 83 à 85 p. 100 d'eau, la substance des bactéries renferme de 84 à 87 d'albumine, 6 à 8 de graisse, 3 à 5 de cendres. La substance albuminoïde est la *mycoprotéine* de Nencki, qui donne du phénol, de l'indol, du scatol, des acides gras, lorsqu'on la calcine avec la potasse ou la chaux. Les substances non azotées sont en très minime quantité dans les schizomycètes: il semble cependant exister chez quelques-uns une substance voisine de la cellulose.

Les schizomycètes ont donc besoin surtout d'azote; mais l'on commence à s'apercevoir qu'il est difficile de formuler sur ce point des lois générales. La plupart d'entre eux le prennent aux albumines solubles ; mais ils utilisent aussi les sels ammoniacaux et même, quelques-uns, les nitrates (organismes *réducteurs* de Gayon et Dupetit, Dehérain et Maquenne). Le carbone est fourni par le sucre et les substances analogues, glycérine, sels des acides gras, tartrates, malates, acétates alcalins, et même les acides phénique et salicylique en solution.

Mais il faudrait avoir expérimenté, dit avec raison Flügge, sur chaque espèce bactériene en particulier, puisque Meade Bolton a signalé des espè-

ces (*Bacillus erythrosporus*, *micrococcus aquatilis*) qui se développent dans l'eau distillée, et que, d'autre part, un assez grand nombre d'espèces, pathogènes pour l'homme ou pour les animaux, exigent des bouillons ou des gelées d'une provenance ou d'une constitution particulière et très délicate (bacilles de la fièvre récurrente, de la lèpre, de la tuberculose, du choléra des poules, etc.).

Certaines bactéries ne peuvent vivre et se multiplier sans oxygène libre ; ce sont les *aérobies* de Pasteur. D'autres s'en passent ou même ne peuvent se développer qu'à l'abri de l'oxygène ; ce sont les *anaérobies*. Entre ces deux groupes, Liborius a introduit les *anaérobies facultatifs*, qui se développent mieux en présence de l'air, mais le font encore, quoique plus lentement, en l'absence de l'oxygène. Une forte tension de l'oxygène leur est préjudiciable. Ce groupe nouveau compte précisément un grand nombre d'espèces pathogènes, les bacilles de la suppuration, de la septicémie, du charbon, du typhus abdominal, du choléra. Pour l'auteur, les autres sont anaérobies *obligés* (bacille de l'œdème malin, des Allemands ; *Bacillus butyricus*, *B. muscoïdes*), ou aérobies *obligés*, accomplissant ou non une fermentation (*Bacillus subtilis*, *B. xerophilus*, etc.).

Les schizomycètes ont toujours besoin de beaucoup d'eau. Les acides et les alcalis leur sont défavorables, mais les premiers plus que les seconds, quoique quelques-uns ne se développent qu'en présence d'un léger excès d'acide (bacille du lait bleu, ferment acétique).

La lumière solaire est antipathique au bacille du charbon (Arloing) ; on ne sait pour les autres. P. Bert avait constaté que la pression au delà de 20 atmosphères tue le même bacille, mais ne détruit pas la virulence du liquide qui les renferme ; c'est que cette pression ne compromet pas les spores. Certes aurait observé que des pressions de 350 à 500 atmosphères n'enlèvent pas leur vitalité aux bacilles de la putréfaction ni aux bacilles charbonneux.

Les opinions sont divergentes en ce qui concerne l'influence du mouvement sur le développement des schizomycètes (Hoppe-Seyler, Horwath, Reincke, Tumas).

Les diverses espèces microbiennes, dit Flügge, ont leur plus grand développement à des températures extraordinairement variées. On s'en est aperçu dans le cours de l'article I[er] de ce chapitre. Mais « les schizomycètes se développent de préférence à une température plus voisine de celle du corps » que celle qui est convenable aux moisissures et levûres. Nous ajouterions volontiers que cette loi est surtout vraie des schizomycètes pathogènes.

Les schizomycètes redoutent peu la concurrence des levûres et des moisissures ; mais il est clair qu'ils s'en font entre eux une très redoutable, selon l'appropriation des conditions du milieu.

La sporulation se fait dans des conditions qui ont été indiquées et sous l'influence décisive de la température.

Produits de l'activité nutritive des microorganismes. — Les microorganismes, comme les êtres supérieurs, assimilent et désassimilent, con-

struisent et détruisent. Les substances qui pénètrent dans leur protoplasme, soit pour être fixées, soit pour rester en réserve, ne peuvent être absorbées qu'à l'état gazeux ou en solution, absolument comme il en est chez les animaux et les plantes à chlorophylle. C'est encore la mise en liberté de force latente qui suffit à leurs mouvements vitaux, et ce dégagement d'énergie est le résultat de la *respiration intramoléculaire*. Seulement l'oxygène n'est point toujours nécessaire ici et peut être suppléé par la fermentation.

Duclaux explique très clairement l'essence de la nutrition des microorganismes et son double aspect. Dans le cas le plus simple, une mucédinée vit sur une solution de sucre au contact de l'air. « A la condition qu'on lui fournisse un aliment minéral convenable, renfermant de l'azote à l'état de nitrates ou de sels ammoniacaux, elle pousse, se fabrique de la cellulose, de la matière grasse, un protoplasme azoté, et fournit aux rénovations incessantes dont ses organes sont le siège. En un mot, elle édifie ses tissus et les alimente, elle vit. Or, même pour les végétaux, vivre et croître est un travail exigeant une dépense de force. Cette force, la plante la trouve dans le sucre donné comme aliment et, pendant qu'elle en utilise une partie pour l'édification et l'entretien de ses nouveaux organes, elle fait descendre à une autre portion de ce sucre l'échelle de destruction de la matière organique, au bas de laquelle tout l'hydrogène étant devenu de l'eau, tout le carbone de l'acide carbonique aux dépens de l'oxygène de l'air, il est résulté de cette combustion complète un dégagement de chaleur, dans lequel la plante a trouvé la force dont elle avait besoin et qu'elle a dépensée ailleurs.

« Malgré les apparences contraires, la levûre de bière vivant dans un milieu sucré et lui faisant subir la fermentation alcoolique ne se comporte pas autrement. Ici encore il y a création et entretien de cellules nouvelles, et dépense concomitante de force, c'est-à-dire de matière alimentaire, dont partie entre dans les matériaux de construction des cellules, partie est brûlée pour fournir de la chaleur. Toute la différence est que cette portion brûlée est moins bien brûlée que tout à l'heure. Avec la mucédinée vivant au contact de l'air, elle l'était complètement et fournissait toute sa chaleur disponible. Dans la cuve du brasseur, il n'y a que peu ou pas d'oxygène présent à l'état libre. Celui qu'on trouve dans l'acide carbonique produit par la fermentation provient non pas de l'air, mais du sucre lui-même; la combustion, au lieu d'être extérieure, est intérieure, ce qui la rend à la fois moins calorifique et moins complète. »

Il est fort difficile, chez tous les êtres, de distinguer constamment les produits excrétés des matériaux plastiques. Cependant, chez les microorganismes, on sait que CO^2 est toujours une excrétion, tandis que les végétaux supérieurs peuvent l'assimiler de nouveau, après l'avoir excrété. Les matériaux plastiques *azotés* des microorganismes sont les corps du groupe des *protéines*, les amides, la triméthylamine, les composés ammoniacaux, substances qui peuvent aussi revêtir un caractère excrémentitiel. En effet, dans l'expérience de Meade Bolton qui consiste à obtenir une multiplication de bactéries dans l'eau distillée, il faut bien que les bacilles nouveaux vivent des excrétions des anciens. Les matières plastiques non azotées sont la glycose, la tréhalose, la mannite, la cellulose, la graisse, certains acides organiques.

Indépendamment de la dépense de force, nécessitée chez les microorganismes par les actes nutritifs mêmes, par la croissance, la germination, il en faut une autre pour la *motilité* de ceux qui possèdent cet attribut, pour la production de chaleur ou de lumière par certains autres.

Excrétions. Sécrétions. — L'acide carbonique, comme il a été dit, l'hydrogène, l'hydrogène carboné et sulfuré, l'ammoniaque, sont des produits habituels d'excrétion des microorganismes. On trouve encore, parmi ces produits, l'eau, les nitrates, l'urée, le soufre; des corps volatils, l'alcool, la triméthylamine, les acides formique, acétique, propionique, butyrique; des acides plus fixes, lactique, malique, succinique, oxalique, tartrique; la taurine; les amides des acides gras; des corps de la série aromatique, leucine, tyrosine, phénol, crésol; des produits de réduction, comme l'indol, l'acide paracumarique.

Certains microorganismes, dans des circonstances particulières, produisent en outre des matières hydrocarbonées, la peptone, des substances colorantes, des matières toxiques, des ferments solubles. A notre avis, rien ne dit que ce soient toujours là des *excrétions;* nous songerions plutôt à des sécrétions ou à une élaboration du milieu répondant à quelque besoin physiologique des êtres qui fournissent ces substances.

Il y a, sous ce rapport, une réelle spécialisation de la part des microorganismes; cependant une seule espèce peut cumuler plusieurs fonctions et même alterner, selon les cas, de l'une à l'autre. Mais elle ne manifeste telle ou telle fonction que dans des conditions précises du milieu nutritif.

Les *matières colorantes*, rouge, verte, bleue, violette, sont fournies par des Champignons dont nous avons indiqué un certain nombre de types dans l'article qui précède. Peut-être que les schizomycètes, selon la remarque de Flügge, ne fournissent pas vraiment la couleur, mais seulement une substance *chromogène* qui devient matière colorante au contact de l'air. Aussi ces Champignons ont-ils besoin d'oxygène pour remplir cette fonction. D'ailleurs la coloration leur est tout à fait extérieure et la cellule mycétique elle-même n'est point colorée.

La propriété de *peptoniser* (liquéfier) la gélatine a servi de base à une classification des schizomycètes, sans trop rien signifier par elle-même; car on trouve également des organismes insignifiants et de redoutables parasites dans ceux qui liquéfient et dans ceux qui ne liquéfient pas.

On a remarqué que dans la fermentation alcoolique, l'alcool produit arrête le développement de la levûre quand il atteint à la proportion de 14 p. 100. La fermentation ammoniacale cesse quand il y a 13 p. 100 de carbonate d'ammoniaque dans le milieu.

Le phénol, le paracrésol, qui sont le produit d'excrétion d'un assez grand nombre de bactéries, sont des antiseptiques reconnus. Il semble donc que l'on puisse conclure que les bactéries sont en général victimes de la présence de leurs excrétions dans le milieu où elles ont vécu. Mais toutes les espèces ne produisent pas des substances antiseptiques et même, selon Buchner, le bacille du choléra prospérerait mieux dans une solution renfermant déjà les produits des bacilles-virgules antérieures.

Flügge suppose que le moyen par lequel les saprophytes viennent à bout des bacilles pathogènes qui leur disputent l'usage d'un milieu nourricier consiste précisément en ce que les saprophytes produisent une substance toxique pour leurs rivaux. Mais il suffit peut-être que les saprophytes aient une vitalité plus puissante et que le milieu leur soit plus approprié; ils accaparent la nourriture, affament et étouffent les autres.

Ptomaïnes. — Les matières toxiques fabriquées par les bactéries méritent quelques développements particuliers.

On connaissait les poisons putrides bien avant de savoir exactement quelle est leur place en chimie et quels sont leurs rapports avec les microorganismes. Gaspard et Stich (1822), Panum (1856), Dupré et Jones Bence (1866), Bergmann (la *sepsine*, 1868), avaient attiré l'attention, à divers égards, sur ces composés. Panum, A. Hiller (1877) avaient même démontré que ces substances produisent des accidents pathologiques indépendants des bactéries qui peuvent avoir participé à leur formation. D'un autre côté, Sonnenschein et Zülzer, Rörsch et Fassbender, Otto, Hager, A. Gautier, Husemann et Cortez, Brugnatelli, Ch. Bouchard, Brouardel et Boutmy, etc., signalaient, en diverses circonstances, la présence d'agents à propriétés semblables à celles des alcaloïdes végétaux (*conicine*, *vératrine*, *strychnine*), dans des matières animales et même dans le maïs gâté. En 1872, A. Gautier découvrait que la putréfaction de la fibrine donne, en outre des produits déjà connus, une petite quantité d'alcaloïdes complexes, fixes ou volatils. A la même époque, Selmi (de Bologne), qui, de 1870 à 1871, avait soupçonné les alcaloïdes *cadavériques* dans des cas de médecine légale, les annonçait officiellement et allait avoir l'honneur de créer le nom de *ptomaïne*. Nencki, le premier, isola la *collidine;* A. Gautier et Étard, peu après, retirèrent du maquereau en putréfaction la *collidine* et la *parvoline*. Brouardel et Boutmy indiquèrent un réactif général des ptomaïnes, la coloration bleue par le ferricyanure de potassium et le perchlorure de fer, qui, du reste, a cessé d'être caractéristique. Mais c'est surtout Brieger qui a fait sa spécialité des ptomaïnes et y a trouvé une légitime notoriété. Dans ces derniers temps, les études d'A. Gautier sur les *leucomaïnes* ont assuré aussi à ce savant une place très honorable dans cet historique.

Les ptomaïnes sont, pour la chimie, des *diamines* appartenant à la série grasse et paraissant dérivées des carbures éthyléniques (C^nH^{2n}). Ce sont des bases azotées, comme les alcaloïdes végétaux. Brieger en a isolé un grand nombre de la fibrine, de la viande, de la colle, de la levûre, du poisson, du fromage putréfiés, des parties de cadavres en putréfaction, et, enfin, de culture pure de microbes pathogènes (fièvre typhoïde).

Elles se forment au début de la putréfaction et disparaissent par sa durée; ce qui explique que la piqûre anatomique soit beaucoup plus dangereuse dans une autopsie que dans la dissection d'un cadavre déjà avancé. Selon Brouardel et Boutmy, elles se formeraient mieux à l'abri de l'air; Brieger a fait voir, au contraire, que l'oxygène augmente le rendement. Néanmoins des essais de Henrijean, à Gœttingen, tendent à prouver que certains anaérobies fournissent, en l'absence de l'oxygène, des produits toxiques en quantité plus considérable et plus rapidement que les autres microbes de la putréfaction.

Il est probable que les ptomaïnes varient avec l'époque depuis laquelle la fermentation putride a commencé (Brouardel et Boutmy). Dans tous les cas, il est certain qu'elles diffèrent suivant l'espèce du ferment qui détruit les matières albuminoïdes (A. Gautier) et suivant la nature du terrain où s'opère la putréfaction. Cependant la *neuridine*, la plus fréquente des ptomaïnes, a été rencontrée par Brieger dans la chair humaine, la viande de bœuf, de cheval, la chair des poissons, la gélatine et le fromage putréfiés et même dans des tissus qui n'ont pas encore été atteints par les microorganismes, tels que les œufs et le cerveau humain frais. D'ailleurs, de même que la *lécithine* (non basique) se dédouble en deux vraies bases, la *choline* et la *névrine*, de même la choline passe aisément à la névrine en perdant une molécule d'eau ; la neuridine et la cadavérine du troisième jour sont remplacées, au quatrième jour, par la putrescine, etc.

Les bacilles du typhus abdominal, cultivés sur de la viande hachée, ne fournirent à Brieger aucun signe de putréfaction; mais on put isoler une ptomaïne, toxique pour les cobayes. Une autre, obtenue de *Staphylococcus pyogenes aureus*, dans des conditions semblables, ne se montra pas toxique. Les cultures pures de *komma-bacillus*, de *bacillus crassus sputigenus*, et quelques autres, donnèrent une matière toxique, qu'on n'a pas encore isolée. En revanche, Nencki et Marnie ne purent rien obtenir de pareil des bacilles du charbon. Néanmoins Flügge estime que « les symptômes essentiels du typhus, du choléra et de beaucoup d'autres maladies infectieuses résultent de la production de poisons spécifiques par les germes spécifiques. »

Ne sont pas toxiques ou ne le sont qu'à très fortes doses les bases suivantes : La *neuridine*, très répandue, isolée de la viande, du fromage et surtout de la colle en putréfaction; se rencontre dans les cadavres humains, le troisième jour; — la *gadinine* (morue pourrie); la *cadavérine*, la *putrescine*, la *saprine*, toutes du cadavre humain; — la *choline*, toxique à forte dose; la *triméthylamine*, la *diméthylamine*, et la *triéthylamine*.

Sont toxiques : la *peptotoxine*, retirée par Brieger de l'albumine peptonisée par l'action du suc gastrique ; — la *névrine* (viande putréfiée); — l'éthylène diamine (poisson putréfié); — la *muscarine*, connue depuis longtemps comme le poison de la fausse oronge, trouvée par Brieger dans la chair de poisson putréfié ; la *mydaléine*, extraite du cadavre humain.

Les ptomaïnes, par suite de ces étonnantes propriétés, sont donc souvent le moyen par lequel les moteurs vivants des maladies infectieuses atteignent à leur rôle pathogène. Elles sont aussi la cause de ces empoisonnements alimentaires (*botulisme*), si mal expliqués jusqu'ici, que nous retrouverons en leur lieu. Par la même raison, comme il est aisé de le concevoir, elles imposent la plus extrême réserve et des études approfondies à la médecine légale qui, dans les conditions actuelles, est vraiment désarmée en présence des empoisonnements par les alcaloïdes (Linossier, Debierre).

Un certain nombre de ptomaïnes répandent l'odeur de cadavre, d'urine, ou l'odeur vireuse; d'autres, au contraire, sentent la rose, l'aubépine.

Peut-être se forme-t-il parfois des ptomaïnes sans l'intervention des microorganismes : elles dérivent de composés chimiques peu stables. Mais il ne convient point, pensons-nous, d'opposer à la théorie de leur genèse par les microbes, les alcaloïdes des urines (Ch. Bouchard), soit d'hommes sains, soit au cours de maladies infectieuses, ni le poison des moules (*mytilotoxine*) et de certains poissons, ni les *leucomaïnes* d'A. Gautier. En effet, la cellule animale équivaut ici à la cellule mycélienne et la fabrication des poisons par les animaux supérieurs n'est pas une anomalie. « Les animaux supérieurs seraient anaérobies dans une notable proportion » (A. Gautier). Avec un peu de surmenage, le côté par lequel l'homme « vit putréfactivement » s'exagère ; il y a résorption de produits toxiques — et un état morbide que Peter, bien à tort, s'est empressé d'identifier avec la fièvre typhoïde.

Ferments et fermentations. — Il y a deux sortes de fermentations ; l'une, par les *ferments solubles*, qui est un acte chimique, dans lequel une petite quantité de ferment suffit à transformer une grande quantité du corps à décomposer, sans que le ferment lui-même soit modifié ; l'autre par la nutrition de certains microorganismes, qui est un phénomène biologique.

Les ferments solubles sont produits par des appareils glandulaires chez les animaux ; mais il en est un grand nombre de tout pareils que les microorganismes fabriquent d'abord pour se préparer à eux-mêmes le milieu qui doit leur servir de nourriture ; ainsi, la *diastase*, le ferment *inversif*, les ferments *peptonisants*, la *présure*, etc. Ils sont naturellement, isolables des organismes inférieurs qui les produisent.

Nous renvoyons à ce qui a été dit plus haut (page 470) de l'essence de la fermentation par acte biologique. Les organismes inférieurs vivent fermentativement, tantôt *par nécessité* et par hasard, comme les mucédinées ou les schizomycètes aérobies auxquels on intercepte l'oxygène libre ; tantôt par constitution, comme les levûres et un certain nombre de schizomycètes, qui opèrent la fermentation dès qu'ils sont au contact de la substance fermentescible qui leur convient ; car chaque substance n'est décomposée que par un seul ou par un petit nombre de *ferments figurés*.

Parmi les classes de fermentation établies par Flügge, les plus fréquentes et, sans doute, les plus intéressantes pour l'hygiène sont : les *fermentations des matières hydrocarbonées* (les divers sucres), accomplies par les saccharomycètes (*Saccharomyces ellipsoideus*, *S. apiculatus*, *S. exiguus*, la petite levûre qui provoque la fermentation alcoolique de la lactose, récemment découverte par Duclaux, etc.), et par quelques schizomycètes (fermentation lactique, butyrique, glaireuse, etc.) ; la *fermentation des matières albuminoïdes*, fermentation putride ou *putréfaction*.

La *putréfaction* est un phénomène assez simple, comme résultat définitif, puisqu'il s'agit de faire repasser les composés organiques à l'état de principes binaires ou même d'éléments ; mais extrêmement complexe au point de vue de sa modalité et de ses phases successives.

L'albumine est d'abord peptonisée, puis décomposée, mais en quelque sorte par échelons; le sens dans lequel la décomposition se fait dépend des microorganismes primitivement présents, de leur association et de ceux qui viendront après.

Les corps qui prennent naissance pendant la putréfaction sont : l'acide carbonique, l'azote, l'hydrogène, l'hydrogène sulfuré, phosphoré, carboné; les acides formique, acétique, butyrique, valérianique, lactique, oxalique, succinique; la leucine, le glycocolle, l'ammoniaque, son carbonate et son sulfate; un grand nombre d'amines; de l'indol, du scatol, de la tyrosine, etc. ; finalement, les ptomaïnes.

Dans la vaste concurrence et la succession variée des microorganismes qui opèrent la putréfaction, il importe de distinguer les aérobies et les anaérobies et, par suite, la putréfaction qui se fait avec l'aide de l'oxygène de celle qui a lieu sans oxygène. La première est une oxydation rapide et complète des substances putrescibles, s'accomplissant d'ordinaire sans odeur (les Allemands l'appellent *Verwesung*, ou *destruction*, de *verwesen*, cesser d'être); l'autre est une réduction, une métamorphose lente, dans laquelle la décomposition de l'albumine a lieu par la conversion des oxacides en acides gras, des nitrates en nitrites, des sulfates en sulfures, ainsi de suite ; d'où les émanations odorantes. C'est la putréfaction à laquelle se rattache le plus étroitement l'idée de *putridité* (*Fäulniss* des Allemands). Il est aisé de voir que ces deux aspects de la fermentation des matières albuminoïdes répondent au double aspect de la nutrition des microorganismes en général. L'oxydation rapide, c'est la mucédinée brûlant par l'oxygène libre son milieu nourricier; la putréfaction lente, ce sont les organismes anaérobies (normaux ou forcés), prenant dans le milieu nourricier lui-même le peu d'oxygène qu'il contient, en combinaison assez stable, et par suite, opérant péniblement. Pasteur faisait remarquer, à ce sujet, l'alternance entre les microbes aérobies et les anaérobies dans les liqueurs putrescibles : les premiers agissent d'abord, à la surface, au contact de l'air dont il consomment l'oxygène; ils forment une pellicule qui empêche l'air de pénétrer dans la profondeur ; c'est à ce moment que les anaérobies se trouvent dans de bonnes conditions pour remplir leur rôle. Puis la membrane des premiers tombe au fond ; les anaérobies sont de nouveau au contact de l'oxygène et suspendent leurs fonctions; les aérobies reprennent la leur. Ainsi de suite.

A vrai dire, les choses ne sont pas en réalité aussi régulières et les mêmes bactéries, parfois, peuvent décomposer l'albumine avec ou sans oxygène.

Il n'échappera à personne que la décomposition rapide des matières organiques azotées, c'est-à-dire la putréfaction du premier mode, avec afflux d'oxygène, est précisément le moyen que l'on adopte pour détruire dans le sol, à l'aide de ses microorganismes, les résidus excrémentitiels des groupes urbains.

Action pathogénique des microorganismes. — Seuls, les microorganismes qui peuvent vivre en *parasites* sur le corps ou dans les tissus d'un

végétal supérieur ou d'un animal, sont capables d'être *pathogènes*. L'un n'entraîne pas l'autre, toutefois, d'une façon fatale. Il y a des parasites qui sont plutôt utiles à leur hôte et forment avec lui une sorte d'association (*symbiose*), comme l'algue réunie à un champignon qui constitue les *lichens* (Schwendener) et comme ces curieuses associations d'un crabe et d'une moule, d'une éponge et d'un polype, relevées par A. Bordier.

Parmi les microorganismes, les *Mucédinées* sont volontiers parasites chez les plantes et chez les insectes, parce qu'en s'alimentant sur ces êtres, elles conservent l'usage de l'oxygène et que, d'ailleurs, la nourriture est à leur convenance; elles le sont rarement chez les animaux vertébrés, sauf les Saprolégnées sur des poissons déjà malades (de Bary) et les Mucorinées chez les oiseaux ; encore est-ce dans les voies aériennes de ces derniers (pneumomycose). Sur les autres animaux, il faut la violence pour implanter les moisissures, et elles ne produisent que du mycélium sans spores. Chez l'homme, elles sont toujours superficielles (Achorion, etc.). Toutefois, nous avons vu que les circonstances *de temps* et *de lieu* sont décisives dans le succès de ce parasitisme; c'est un enseignement pour l'épidémiologie humaine, qu'il ne faut pas négliger.

Les *levûres* sont rarement parasites, à part *Mycoderma vini* (le muguet); aussi est-il inutile d'insister.

Le parasitisme sur les animaux est, au contraire, comme le lot régulier des *Schizomycètes*, qui trouvent là le milieu nourricier riche, la température, l'alcalinité qui leur conviennent. Les aérobies y prennent suffisamment d'oxygène au sang, où il est faiblement combiné; d'ailleurs, parmi eux, beaucoup sont anaérobies quand il est nécessaire (Liborius). Les anaérobies se mettent aisément à l'abri de l'oxygène dans la profondeur des tissus. Toutefois, les *Schizomycètes* sont loin de pouvoir être tous parasites.

Récemment, Galippe a constaté la présence de microbes qu'il n'a point spécifiés, dans l'épaisseur de légumes cultivés sur des terrains fumés intensivement. Des adversaires de l'épuration par irrigation ont cru pouvoir s'appuyer sur cette constatation pour condamner l'usage des légumes provenant de Gennevilliers. Outre que l'auteur a rencontré à peu près autant d'organismes dans les plantes des jardins ordinaires que dans celles de Gennevilliers, il convient d'attendre que des recherches de contrôle aient prouvé que des germes de hasard ne se sont pas mêlés aux cultures de Galippe, à son insu; surtout il importe de vérifier s'il ne s'agit pas ici de schizomycètes particulièrement adaptés à vivre dans le milieu froid, pauvre et acide des végétaux, ce qui n'a rien d'impossible, plutôt que de saprophytes ordinaires et, à plus forte raison, de microbes pathogènes, qui ont besoin de conditions tout opposées.

Les parasites sont *obligés* ou *facultatifs* (de Bary) ; de même que les saprophytes comptent des espèces qui sont toujours saprophytes et d'autres qui, saprophytes le plus ordinairement, sont quelquefois parasites. Parmi les parasites obligés, quelques-uns peuvent, dans des cas spéciaux, vivre en saprophytes.

Les divers modes de l'action pathogénique des microorganismes. — Les troubles produits dans l'économie de l'hôte par la présence des Cham-

pignons parasites dérivent d'une loi de la physiologie de ceux-ci, selon l'expression de Duclaux.

C'est déjà un trouble que le fait physique de la présence de cellules nouvelles (les Schizophytes) dans les tissus, au milieu des cellules animales, qui sont seules appelées à y être. Il y a là une *action mécanique* de contact, de refoulement, qui s'accroît par la multiplication des parasites. Dans les petits vaisseaux, elle va jusqu'à former l'embolie capillaire. Les champignons de la septicémie de la souris envahissent et désagrègent les globules blancs.

Puis, les cellules parasitaires accaparent la nourriture des cellules normales, sans qu'il y ait restitution en conséquence. Cette destruction de nourriture est remarquablement énergique de la part de certains Schizomycètes anaérobies, qui vivent à la façon des levûres et ont besoin d'en décomposer beaucoup pour suppléer à leur inaptitude à se servir de l'oxygène. A la vérité, l'absorption de celui-ci dans le sang par les bacilles qui en sont avides, comme le bacille du charbon, équivaut à une vaste asphyxie.

Mais surtout, les microorganismes fabriquent des produits étrangers à l'économie et antipathiques à la cellule animale. Tout d'abord, les « diastases variées » (Duclaux), qui sont pour eux comme des liquides digestifs, au moyen desquels ils préparent à leur assimilation la substance organique qui les environne. « C'est probablement à elles que sont dues ces *nécroses de coagulation*, produites par presque tous les agents infectieux, et aussi ces liquéfactions d'organes ou de portions d'organes, qui en font un véritable putrilage. »

Enfin il y a les produits de nutrition et de désassimilation des parasites, qui peuvent être impropres à la nutrition de la cellule animale ou même toxique pour elle, absolument comme ils sont inutilisables ou toxiques pour la cellule bacillaire. A la vérité, de même que les produits d'élimination d'une cellule sont quelquefois nutritifs pour une autre, il peut arriver que les sécrétions des microbes soient indifférentes ou utiles aux cellules du tissu environnant (Duclaux).

Certaines bactéries ont l'énergie parasitaire faible et ne se développent qu'à la surface, sur la peau, les muqueuses, les plaies (Flügge), où elles répandent leurs ptomaïnes plus ou moins toxiques. Celles-ci le sont quelquefois assez pour nécroser progressivement les tissus et assurer l'invasion de proche en proche des parasites, jusqu'à ce que la réaction inflammatoire leur barre le chemin. Les bacilles de la tuberculose pénètrent très bien dans les tissus. Ceux de la gangrène gazeuse et du charbon symptomatique craignent l'oxygène et ont besoin d'être abrités dans le tissu cellulaire sous-cutané. Les microcoques de l'érysipèle se propagent dans les voies lymphatiques de la peau.

Il importe de noter que, dans bien des cas, la présence de certains microorganismes dans un milieu est *secondaire*, c'est-à-dire que d'autres microbes ont primitivement préparé le terrain ou les voies. Ainsi la présence de bacilles variés, plus ou moins malfaisants sans être le bacille typhique, sur les ulcérations intestinales de la fièvre typhoïde; ainsi les

microphytes divers qui pénètrent dans les cavernes pulmonaires après que le bacille de la tuberculose a commencé l'ulcération, et qui aident puissamment celui-ci à la rendre plus profonde, comme le signale judicieusement P. Villemin.

Portes d'entrée. — Les microorganismes qui vivent sur les surfaces, peau, muqueuses, n'ont besoin que de l'accès extérieur à ces membranes et des orifices naturels. Ceux qui pénètrent plus avant ne le font que par une solution de continuité, une plaie, une érosion épidermique. Cependant, il peut arriver qu'une inflammation banale, ou même celle que les parasites provoquent par leur présence, gonfle les muqueuses, entraîne la chute de l'épithélium superficiel et permette dès lors la pénétration des bactéries dans l'épaisseur des tissus. C'est ainsi que la tuberculose succède à la bronchite. Nous avons dit (page 323) comment les poussières les plus ténues peuvent pénétrer par le poumon, non dans le sang d'abord, mais dans le parenchyme pulmonaire et les ganglions bronchiques. Arnold (1885) et Wyssokowitsch, bien que leurs expériences aient eu pour but de prouver l'imperméabilité pulmonaire (contre la théorie de Pettenkofer) n'ont pas démenti, au fond, ces résultats. Ces expériences, d'ailleurs, sont discutables. L'intestin, si les bactéries ont échappé à l'acidité des sucs de l'estomac, offre la même barrière que le poumon aux microorganismes et, dans des cas donnés, la même faiblesse. Finalement, les chances d'infection, autrement que par une plaie, sont d'autant plus grandes que les parasites se présentent en plus grande quantité, qu'ils peuvent faire un premier foyer sur la surface qu'ils atteignent et, surtout, qu'ils se trouvent précisément au *lieu d'élection* de leur multiplication (le microcoque de Neisser sur la muqueuse uréthrale, les bacilles du typhus et du choléra dans l'intestin).

Résistance de l'économie. — On a cru (Horwath) que le mouvement s'oppose au développement des schizomycètes et que, par suite, le mouvement des liquides de l'économie est une protection contre eux. Les expériences de contrôle ont prouvé que cette vue est inexacte. De même, la ressource de l'élimination des schizomycètes par les organes excréteurs, que l'on croyait capable de l'emporter parfois sur la multiplication des microbes, cette ressource doit être abandonnée ; Wyssokowitsch a montré que, pour l'économie normale, dans aucune sécrétion on ne trouve trace des bactéries, pathogènes ou non, qui ont été introduites dans le sang. Widal et Chantemesse ont confirmé cette loi en ce qui concerne le bacille typhique, lequel ne passe dans l'urine que quand « une lésion du filtre rénal lui a ouvert une porte de sortie. »

En définitive, il y a une lutte entre les cellules bactériennes étrangères, et les cellules animales, qui sont chez elles. En général, la défense repose d'abord sur la vitalité de celles-ci; par leur propre multiplication, elles peuvent soustraire la nourriture aux schizomycètes, les étouffer sous leur propre végétation et éliminer, au moins, les ptomaïnes que les premiers ont fabriquées. Cette lutte est matériellement représentée par les leucocytes (microphages) et les grandes cellules de l'épithélium et du

tissu conjonctif (macrophages), que Metschnikoff a réunies, à cet égard, sous le titre de *phagocytes*. Ces cellules s'incorporent les microorganismes et les détruisent. La lutte a lieu presque constamment, encore qu'elle ne tourne pas toujours à l'avantage des phagocytes. Il y a une exception vis-à-vis du bacille du choléra des poules, chez les poules et les pigeons, où les phagocytes ne l'atteignent point; mais les leucocytes englobent ce même bacille chez les cobayes. De même les cellules microphages n'attaquent pas le bacille du charbon chez les souris, les cobayes, les lapins; mais elles l'enveloppent quand il a été introduit sous la forme du « vaccin faible » de Pasteur. Les phagocytes agissent énergiquement sur les microcoques de l'érysipèle, sur les parasites malariques de Laveran, sur les spirilles du typhus à rechutes; beaucoup moins sur les bacilles de la lèpre et de la tuberculose, dont l'enveloppe cellulaire est dure. Pour Metschnikoff, l'inflammation n'est pas autre chose que la convergence des phagocytes sur un point en butte aux agressions d'un corps étranger, vivant ou non. Les virus atténués, les vaccins, ne confèrent peut-être l'immunité qu'en habituant peu à peu les phagocytes à digérer des microbes pathogènes qu'ils n'absorbaient point primitivement.

Ces résultats ont été, à la vérité, contestés par Wyssokowitsch, qui n'a trouvé dans les leucocytes que les bacilles du rouget et ceux de la septicémie de la souris, tandis que, partout ailleurs, il a plutôt vu les leucocytes désagrégés, c'est-à-dire victimes de la lutte. En revanche, Wyssokowitsch a démontré que les bactéries *dans le sang* en sont promptement éliminées, non par sécrétion, mais par emmagasinement dans le foie, la rate, la moelle osseuse, à l'aide de la filtration par les capillaires. Ce serait dans les cellules endothéliales qu'aurait lieu la lutte, dont le résultat est la mort des bactéries ou, au contraire, la destruction des cellules animales et la multiplication des microbes.

Il est probable qu'une lutte analogue s'accomplit dans les tissus où les microorganismes pathogènes pénètrent directement sans passer par le sang. C'est-à-dire qu'en somme la théorie de Wyssokowitsch n'est pas si éloignée qu'il le croit de celle de Metschnikoff; dans l'un et dans l'autre cas, c'est la cellule animale qui absorbe la cellule étrangère, et Wyssokowitsch reconnaît lui-même que les leucocytes ont quelquefois ce pouvoir.

La disparition des bactéries dans le sang a été aussi démontrée par Fodor, qui l'attribue à une propriété chimique du *sang frais ;* elle a lieu, en effet, même dans le sang sorti des vaisseaux, pourvu qu'il soit récent. Quelle que soit la raison de cette propriété du sang, elle permet de garder quelques doutes vis-à-vis des expériences d'inhalation de microbes, d'après lesquelles les auteurs, ne retrouvant pas ces microbes dans le sang, ont conclu à l'imperméabilité pulmonaire.

3° La défense contre les microorganismes.

L'hygiène possède trois ordres de moyens contre l'action des microorganismes dangereux. Ceux du premier ordre se confondent presque

avec la résistance innée des cellules animales; c'est l'*immunité* naturelle ou acquise. Les autres sont voulus; ils comprennent l'*atténuation* des virus et les *méthodes vaccinales*, l'*antisepsie* et la *désinfection*.

1. **Immunité.** — *Immunité naturelle.* — Il est des immunités d'âge, de sexe, de race, auxquelles l'hygiène est étrangère. Mais il en est une vis-à-vis de laquelle elle est d'une extrême puissance; c'est celle qui dépend de l'intégrité biologique de la cellule animale, du plein épanouissement de sa vitalité.

Maintenir cette vitalité à son plus haut degré, c'est assurer à l'homme une immunité, sinon absolue, au moins de quelque valeur et souvent suffisante. Faire le contraire, c'est créer la *réceptivité*, la *disposition individuelle*. Wyssokowitsch, par une température de 37°, par des poisons minéraux et des ptomaïnes, a réussi à affaiblir les cellules animales chez des lapins, à un point tel que des bactéries nullement pathogènes, injectées à ces animaux, se multipliaient considérablement dans leur économie. C'est avec cette notion et celle du *parasitisme microbique latent* (Verneuil) que l'on peut comprendre comment des soldats, venus d'une garnison où l'on voyait de temps à autre quelques cas de fièvre typhoïde, font si aisément une vaste épidémie, lorsqu'on les met en campagne et pour peu qu'ils soient *surmenés*, moralement ou physiquement.

Il y a, d'autre part, des *dispositions de temps et de lieu*, qui, tantôt favorisent le développement des microbes offensifs, tantôt dépriment les économies. Le résultat est le même au point de vue du succès des premiers.

Nous ne pouvons ici expliquer en détail comment on évite de créer la disposition individuelle et comment on modifie les dispositions de temps et de lieu. C'est d'ailleurs à peu près toute l'hygiène didactique. Aussi bien, l'on peut dire que la connaissance du rôle des microorganismes pathogènes ne change pas l'hygiène ancienne; elle l'éclaire, simplement. A la vérité, c'est un point considérable.

Immunité acquise. — Une première atteinte d'une maladie infectieuse, à laquelle le sujet a résisté, confère assez souvent (il y a de nombreuses exceptions) l'immunité contre de nouvelles atteintes de la même maladie, au moins pour un temps (variole, rougeole, scarlatine, fièvre typhoïde, choléra). Même s'il y a une seconde attaque, elle est plus bénigne que la première.

On ne sait positivement comment expliquer l'immunité créée par une première atteinte. Pasteur et Klebs ont pensé à la soustraction, pour les microbes de la première infection, d'une substance nécessaire à cette espèce et dont l'absence empêche les suivants de vivre dans l'économie. Chauveau, Wernich croient, au contraire, que les microbes infectieux laissent dans l'économie quelque chose de ces poisons *paralysants* (Duclaux), diastases ou ptomaïnes, antipathiques au développement ultérieur des organismes mêmes qui les ont produit. Buchner suppose que les organes ont une altération durable, qui ne permet pas une seconde fois le développement des germes; selon Wolffberg, la vaccine, par exemple, détrui-

rait certaines cellules du réseau de Malpighi. Grawitz entrevoit, au contraire, que la lutte a élevé l'énergie vitale des cellules.

L'hypothèse de Pasteur semble la plus acceptable à J. Héricourt, qui fait remarquer avec raison que les maladies, pour lesquelles l'immunité est conférée par la première atteinte, sont essentiellement des affections *toxihémiques*, c'est-à-dire d'infection généralisée. Mais, à ce compte, les vues de Chauveau seraient encore plus près de la vérité, s'il n'était probable que l'économie se débarrasse aussi rapidement des poisons chimiques qu'elle récupère les composés qui lui ont été soustraits. Quelques expériences récentes sont en faveur de cette théorie.

Pasteur observait déjà que l'introduction dans le corps d'une poule du liquide de culture du choléra des poules, filtré sur porcelaine, donnait à l'animal quelques-uns des symptômes de la maladie, sans cependant lui conférer l'immunité. Charrin a montré que la mort est retardée chez les lapins que l'on inocule avec le microbe du pus bleu, s'ils ont reçu préalablement de fortes doses du liquide dans lequel a vécu le bacille pyocyanogène. Aux États-Unis, Salmon aurait donné aux pigeons l'immunité contre le *hog-cholera* par injection à ces animaux de cultures *stérilisées* du microbe de cette maladie. Beumer et Peiper, Chantemesse et Widal, ont reconnu que l'immunité vis-à-vis du bacille typhoïde est conférée aux animaux par l'inoculation de cultures *stérilisées* de ce microorganisme. Enfin, Roux et Chamberland confèrent aux cobayes l'immunité contre le vibrion septique (bacille de l'œdème malin), soit en leur injectant une forte dose d'un liquide de culture de ce microbe, bien privée d'organismes par le chauffage à 110°, soit en leur faisant plusieurs inoculations successives de très petites doses de la sérosité empruntée à un animal atteint de septicémie, filtrée sur porcelaine et pure de germes. Ce liquide, en effet, est plus toxique que les bouillons de laboratoire, surtout chauffés à 110°. L'immunité est encore parfaite au bout de trente jours.

D'autres fois un microbe passant par l'organisme donne l'immunité contre l'invasion d'un autre. Suivant R. Emmerich, la culture du microcoque de l'érysipèle dans le corps des lapins procure à ceux-ci l'immunité pour le charbon. Paulowski, en contredisant Emmerich, assure que cette immunité s'acquiert par le pneumocoque de Friedländer. Il doit y avoir, d'ailleurs, des spécialisations dans ces antipathies; car l'homme peut très bien être occupé à la fois ou successivement par plusieurs maladies infectieuses. Au moins peut-on en conclure que l'aphorisme : *une maladie n'a d'antagonisme que pour elle-même*, n'est pas toujours exact.

2. **Atténuation des virus. Vaccinations.** — Il est d'observation vulgaire et ancienne qu'une atteinte légère d'une maladie infectieuse assure l'immunité aussi bien qu'une atteinte forte. C'est de là qu'on est parti pour susciter chez les animaux et même chez l'homme des maladies artificielles bénignes en vue de prévenir une infection spontanée, qui peut être mortelle.

Les injections de liquides à ptomaïnes, dont il vient d'être question,

rentrent dans le procédé. Mais, jusqu'à ces derniers temps, on avait provoqué la maladie artificielle préservatrice en se servant du parasite même de la maladie spontanée, soit que l'on en atténuât la virulence (Pasteur, Toussaint), soit qu'on l'introduisît dans l'économie par une autre voie que son lieu d'élection, comme Arloing, Cornevin et Thomas injectent le bacille du charbon systématique dans les veines des ruminants, au lieu de le déposer dans le tissu cellulaire. Ces *virus atténués* ou détournés portent le titre de *vaccins*, plutôt par analogie avec les résultats de la vaccine de Jenner qu'en raison des rapports de celle-ci avec la variole. Jusqu'à présent, en effet, la vaccine de Jenner et la variole passent pour deux maladies différentes (quoique l'on ne connaisse le microbe ni de l'une ni de l'autre).

L'atténuation du choléra des poules s'obtient par l'action de l'air pur (oxygène) et non par le vieillissement des cultures, comme le prétendent les Allemands. Cette action bienfaisante de l'air fait songer à l'influence de l'aération sur la cessation des épidémies.

L'oxygène n'atténue pas autant que le pensait Pasteur le bacille du charbon. Toussaint en obtient l'atténuation par l'exposition à une température de 55°; Chauveau, par des températures variant de 42 à 52°; Pasteur et Koch par une chaleur de 42 à 43°. L'action de la chaleur doit durer d'autant plus longtemps que le degré est moins élevé; de dix minutes (Toussaint) à douze et vingt-quatre jours (Pasteur). Il faut que le bacille ne produise pas de spores pendant l'opération. Chamberland et Roux pratiquent l'atténuation de ce microorganisme au moyen de l'acide phénique, de l'acide sulfurique ou du bichromate de potasse dilués; Buchner, en le cultivant dans une solution d'extrait de viande et en introduisant en même temps de l'air dans le milieu nourricier au moyen d'un agitateur. D'après Arloing, la lumière solaire atténue encore ce parasite, et selon Chauveau et Wossenessenski, une haute pression en ferait autant.

Une température de 90 à 104°, pendant dix heures, atténue le virus du charbon symptomatique (Arloing, Cornevin et Thomas). On emploie d'ailleurs comme vaccin la sérosité même d'un premier malade, desséchée et chauffée, que l'on inocule au bout de la queue ou sous la peau de l'oreille.

Le bacille du rouget s'atténue pour les porcs en passant par l'organisme du lapin.

La virulence de la rage s'atténue par la dessiccation lente de la moelle dans l'air sec. C'est par ce procédé que Pasteur prépare ses vaccins rabiques.

Nous ajoutons volontiers ici l'atténuation de la virulence des bacilles de la morve, et même la disparition de cette virulence, que réalise Löffler par la culture de ce microbe sur la pomme de terre. En effet, la découverte absolument française de l'atténuation des virus a rencontré chez les Allemands un accueil moins franc qu'il n'est permis à des savants de bon aloi, et nous sommes doublement heureux que cet élève si distingué de R. Koch ait lui-même fait un virus atténué, en même temps qu'il proclamait, au Congrès d'hygiène de Vienne (1887), ce que reconnaît désormais la grande école à laquelle il appartient, à savoir, que la *valeur scientifique*

de la découverte et de la méthode de Pasteur n'est plus contestée.

Comme corollaire de la loi générale, Fitz a fait perdre par la chaleur (84 à 90°) leurs propriétés fermentatives à *Bacillus butyricus* et à *B. Fitzianus*.

Théorie de l'atténuation. — L'importante modification que l'on imprime ainsi à divers bacilles en modifiant les propriétés du milieu paraît bien être un cas particulier de la loi générale qui subordonne la vitalité de ces êtres inférieurs aux conditions de leur terrain nourricier. Il n'y a rien au monde de plus malléable et nous ne savons pourquoi l'école de Berlin résiste avec tant d'énergie aux faits qui tendent à prouver, dans ce monde microscopique, sinon la *variabilité des espèces*, au moins les écarts morphologiques et surtout physiologiques des espèces connues, équivalant pour le moment et en pratique à cette variabilité. A notre sens, on ne comprendrait même pas qu'il y ait des microorganismes pathogènes, si l'on n'admettait d'abord, de la part de ces êtres, l'adaptation au milieu. Il va sans dire, à notre avis, que puisqu'il est possible de diminuer la virulence de certains microorganismes, il n'est nullement impossible d'augmenter la virulence de quelques autres; et Gaffky s'est donné une peine inutile en essayant de prouver que l'augmentation progressive de virulence, observée par Davaine chez les bacilles de la septicémie, ne repose que sur la pureté de plus en plus grande du virus, de série en série. Si la conclusion n'était pas exacte dans ce cas particulier, elle le serait dans un autre. Nous n'avons pas la compétence nécessaire pour décider si Buchner a réellement fait passer *Bacillus anthracis* à l'état de *B. subtilis* et réciproquement. Mais une transformation pareille ne nous répugnerait pas (ni probablement à Fokker, Nägeli, A. Giard, Ray Lankester), bien que van Tieghem ait pu reconnaître *Bacillus butyricus* dans les conifères fossiles de la houille et que Zopf et Miller aient retrouvé nos modernes microbes buccaux dans le tartre dentaire des momies égyptiennes.

L'atténuation de virulence, artificiellement établie, est désormais acquise et les nouvelles générations de bacilles la conservent, à moins de conditions spéciales du milieu. Il est même difficile de réaliser celles-ci, et Koch avoue n'y pas réussir aussi bien que Pasteur.

Pratique des vaccinations. — Il n'est pas question de la vaccination contre la variole. Pasteur a créé et régularisé la méthode de vaccination par les virus atténués. On prépare ordinairement, par une technique dans laquelle nous ne saurions entrer, deux vaccins, l'un faible, l'autre fort, que l'on emploie successivement (en commençant par le faible). A part le vaccin rabique, les virus atténués ne sont appliqués qu'aux animaux. Le vaccin du rouget des porcs a été largement employé, et avec succès, dans le grand-duché de Bade (Lydtin, Schütz). La vaccination contre le charbon symptomatique est aujourd'hui vulgaire en Franche-Comté, en Suisse, dans le Tyrol, en Italie. Depuis 1881, après une série d'expériences démonstratives, les inoculations de bovidés et d'ovidés contre le sang de rate se sont répandues en France (Eure-et-Loir, Seine-et-Marne, Hérault), en Austro-Hongrie, en Italie, en Espagne, en Belgique, et ont subi en Allemagne l'épreuve victorieuse du domaine de Packisch, comme il a été constaté au Congrès de Vienne, malgré l'opposition de Löffler. Elles sont un peu moins sûres pour les moutons que pour les bœufs, mais réduisent les pertes à moins de 2 p. 100 pour les seconds.

Il ne s'agit ici de l'homme qu'indirectement. Mais il est clair que l'hygiène a tout intérêt à ce qu'il soit conservé le plus possible de cet aliment précieux et cher, la viande, et que l'industrie de l'élevage assure le bien-être des groupes qui s'y consacrent, en même temps qu'elle contribue à la fortune nationale.

L'immunité conférée aux animaux, dans les divers cas qui précèdent, ne dépasse guère un an. C'est suffisant pour beaucoup d'entre eux. D'ailleurs on peut revacciner.

Il est peu probable que l'on réussisse jamais des vaccinations avec des virus qui ne font pas d'emblée une maladie générale, comme la tuberculose, par exemple, qui ne devient générale qu'à la suite d'une extrême multiplicité des localisations. Les essais de Cornil et Babes (1883) et ceux de Falk, dans cette direction, n'ont rien d'encourageant.

En ce qui concerne les inoculations antirabiques, elles présentent ce caractère particulier qu'elles sont pratiquées chez l'homme et *après* que le virus de la maladie spontanée a déjà été introduit chez les sujets. C'est le 6 juillet 1885 que Grancher injecta le virus rabique, atténué par Pasteur, sous la peau du jeune Joseph Meister, mordu par un chien enragé deux jours auparavant. Le succès fut complet. Depuis lors, Pasteur a systématisé la méthode ; on injecte des moelles vieilles d'abord (14 jours), c'est-à-dire de virulence faible ; puis des moelles de plus en plus récentes jusqu'à celles de quelques jours ou même d'un jour, dans les cas graves (morsures à la face, morsures des loups); tantôt les injections successives se font en dix jours, douze jours; tantôt, dans les cas pressants, on précipite le traitement et l'on fait parcourir en un jour au même sujet toute la série ascendante des moelles. En septembre 1887, Chamberland (Congrès de Vienne) annonça que le chiffre des personnes traitées au laboratoire de Pasteur dépassait trois mille, et que la mortalité était tombée à 1,3 p. 100 environ, alors que la statistique la plus faible, celle de Leblanc, établit qu'il y a 16 morts sur 100 cas de morsures par chiens enragés (par les morsures de loup, il y a 60 à 80 morts p. 100). Des Instituts antirabiques se sont fondés à Saint-Pétersbourg, Moscou, Odessa, Vienne (Autriche), Milan, Turin, Naples, New-York, la Havane, Buenos-Ayres.

3. **Antisepsie et désinfection.** — L'antisepsie et la désinfection s'adressent sans intermédiaire aux microorganismes et germes, la première pour les écarter, la seconde pour les détruire. Il va sans dire qu'il y a des degrés et des variations dans les moyens employés par l'une et l'autre. La distinction, d'ailleurs, entre l'antisepsie et la désinfection n'est réellement pas aussi nette que nous l'indiquons ici pour la commodité de l'étude ; la première emprunte souvent quelques-uns des procédés de la seconde et inversement.

L'*antisepsie* est une méthode de l'hygiène, que la chirurgie s'est appropriée, elle qui est régulièrement en présence des solutions de continuité du tégument, c'est-à-dire de portes d'entrée des germes, quand elle ne les fait pas elle-même.

Cette méthode consiste à éviter le transport des germes à la plaie au moyen des personnes et des choses, à barrer le chemin aux germes qui pourraient se présenter et même à les attaquer, là où l'on soupçonne leur présence, par des agents paralysants, coagulants, oxydants, en un mot par les agents de *désinfection* que nous allons examiner plus loin.

La première partie de ces pratiques se résume essentiellement dans la *propreté* des objets de pansement, des instruments, des mains des chirurgiens et des aides, de leurs vêtements et du local (*asepsie*) dans lequel s'accomplissent les opérations. Le chirurgien attentif qui va faire une ovariotomie commence sa journée par prendre un bain, et tous les aides qui doivent l'assister font de même. Il ne voit aucun autre malade avant de se rendre auprès de la patiente à opérer. Tous les instruments baignent dans une solution antiseptique ; la région sur laquelle va être porté le bistouri est lotionnée avec le même liquide ; le chirurgien et ses aides, les bras nus, y trempent leurs mains et *ne s'essuient* à aucun moment de l'opération, bien qu'ils aient revêtu des tabliers immaculés, sortant d'une armoire où les poussières de l'air n'ont pas accès. En un mot, on évite d'établir un rapport même indirect entre la plaie et toute surface qui aura pu recevoir les germes aériens ou d'autres. On ne lave plus les plaies à l'eau naturelle, toujours pénétrée de microorganismes, mais avec les solutions boriquées, phéniquées, bichlorurées.

On barre le chemin aux germes vers les plaies à l'aide de pièces de pansement imperméables ou filtrant l'air, comme le pansement ouaté d'Alphonse Guérin. On les précipite par l'humectation à l'aide du *spray*, qui d'ailleurs les met au contact d'une substance défavorable à leur vitalité ; surtout, on imprègne de solutions antiseptiques les pièces à pansement (Lister), on saupoudre la plaie d'iodoforme ; c'est-à-dire que l'obstacle mécanique possède en même temps la propriété d'affaiblir et d'anéantir les microorganismes.

Les succès actuels de la chirurgie, en suivant cette méthode, sont tels que les chirurgiens s'habituent peu à peu à dédaigner l'état du milieu dans lequel ils opèrent ou traitent leurs blessés, comme nous l'avons constaté personnellement, en 1883, dans les cliniques de Berlin et comme le professe Championnière. Nous avons peine à croire que ce dédain soit légitime. Lister, dit-on, réussissait ses opérations dans des salles infectes. Soit, mais nous ne saurions nous empêcher de songer encore, après l'opération, à l'opéré lui-même, dont la vitalité générale réclame l'air, le soleil et la propreté ambiante.

En fait, des chirurgiens avisés exigent que les parois intérieures de leurs salles soient revêtues de matériaux lisses et imperméables, ne fixant pas les germes et se prêtant aux lavages, que l'on pratique en effet, avec la solution de sublimé. Ils condamnent les saillies et les encoignures, le matériel hospitalier qui multiplie inutilement les surfaces d'infection, le mobilier en matériaux spongieux. C'est donc qu'ils pensent devoir étendre leur préoccupation un peu au delà de l'œuvre chirurgicale pure.

En médecine, l'antisepsie s'appelle plus volontiers *désinfection*. Cepen-

dant il est des opérations, que l'on peut appeler *médicales*, auxquelles peut s'appliquer aussi la véritable antisepsie. Ainsi le traitement de l'hydropneumothorax tuberculeux, du professeur Potain, au moyen de l'air stérilisé introduit dans la plèvre après évacuation du liquide (la stérilisation de l'air s'obtient par son passage à travers la ouate et une solution phéniquée forte).

DÉSINFECTANTS. — Les désinfectants sont des *agents* qui tuent les micro-organismes, pathogènes plus particulièrement, — ou tout au moins les empêchent de se développer; ou enfin en annulent les produits. A l'origine, on désinfectait ce qui est *infect;* aujourd'hui, l'on s'attaque de préférence à ce qui est *infectieux* (tout ce qui pue ne tue pas, et inversement). Cependant il est toujours utile, à notre avis, de comprendre parmi les propriétés des désinfectants celle d'empêcher les mauvaises odeurs, qui sont souvent attachées à des sécrétions d'organismes inférieurs, saprophytes ou non, comme aussi d'absorber ou d'annuler les substances odorantes.

Vallin a cru devoir distinguer entre les *antiseptiques*, qui s'adresseraient surtout aux champignons saprophytes, et les *antivirulents*, qui s'appliquent naturellement aux microbes pathogènes. La classification du savant hygiéniste n'a point prévalu; on se sert aujourd'hui du terme d'*antiseptiques* dans les deux cas. En fait, on ne sait jamais très bien où s'arrêtent les saprophytes et où commencent les pathogènes. En outre il est assez régulier que la même substance qui tue ou paralyse les premiers soit également funeste aux seconds. Les microbes les plus tenaces sont même plutôt parmi les saprophytes.

En empruntant seulement une part de la classification de Vallin, nous envisagerons : 1° les agents mécaniques ou physiques de désinfection ; 2° les *antiseptiques* ou *désinfectants* proprement dits.

Agents mécaniques ou physiques. — Il est clair que l'enlèvement de la source même de l'infection est un mode excellent de désinfection. Sous ce rapport, on peut, avec Vallin, ranger parmi les agents mécaniques ou physiques qui atteignent ce but : la vidange, les égouts, les cimetières, les lavages des locaux, le grattage des parois, l'épandage de sable sur les planchers, le tamisage de l'air de ventilation, la pulvérisation d'eau dans l'atmosphère des habitations, le nettoyage des instruments de chirurgie, l'enlèvement immédiat des déjections ou des linges des malades, etc. On peut y joindre la construction des habitations, collectives surtout, en matériaux imperméables, à surface lisse et dure ; la fabrication d'instruments de chirurgie en acier et en verre exclusivement, à manches en métal; la suppression du velours et du drap dans les boîtes destinées à les renfermer.

La *ventilation* agit mécaniquement en dispersant et en diluant les microbes et odeurs, et chimiquement, en oxydant les molécules organiques. En se reportant aux résultats d'atténuation de certains virus par l'air pur, que Pasteur a fait connaître, il est permis de penser que la ventilation nous protège même contre les molécules organiques vivantes.

Le *charbon* absorbe les gaz et la vapeur d'eau, et d'autant mieux qu'il

est plus récemment éteint. S'il est antiseptique, c'est qu'en absorbant aussi l'air il fait oxyder les autres gaz.

Les *poussières sèches*, la *terre sèche*, qui forment la substance de l'*earth-closet* de Moule, des tinettes Goux et des procédés de traitement des matières fécales recommandés par Fée, Vallin, et d'autres, agissent en absorbant les liquides, les gaz, et probablement en oxydant les matières albuminoïdes à la faveur des microorganismes aérobies qu'elles renferment. En effet, la terre de jardin, riche en microbes, désinfecte mieux que l'argile.

Les bactéries ne vivant pas sans eau, la *dessiccation* des matières qui en renferment est un moyen de détruire beaucoup de microorganismes dans la phase de végétation ; elle affaiblit la virulence du vaccin (Vallin) et celle des moelles rabiques (Pasteur). En général, la croissance des bactéries est suspendue, quand la teneur en eau est à moins de 68 à 70 p. 100. Malheureusement les spores de divers bacilles pathogènes (typhus abdominal, tuberculose), comme nous avons vu, résistent très longtemps à la dessiccation, des années peut-être.

La *soustraction de l'air* est le principe de la préparation des conserves Appert, à la vérité avec association de la chaleur. Aujourd'hui, l'on sait, dans les laboratoires de bactériologie, que les gelées nourricières ne s'altèrent point sous l'influence de l'air, pourvu que l'on oblige cet air à se filtrer sur un tampon d'ouate avant d'arriver à la substance putrescible.

La *lumière solaire* détruit les spores charbonneuses, d'après Arloing. Roux estime que cet effet est dû à ce que la lumière favorise l'action de l'air.

L'effet destructif de la *pression* est douteux (P. Bert, Certes, Cochin); il est probablement très restreint. Celui de l'*électricité* est plus positif; le courant galvanique constant produit l'arrêt de la multiplication.

La *température* présente les ressources les plus certaines pour la destruction des bactéries.

Le *froid* est beaucoup moins efficace que les hautes températures. A la vérité, il conserve les viandes, ainsi que l'ont prouvé les essais du *Frigorifique* et que le montre encore le transport de viandes d'Amérique en Europe sur des navires, dans des appareils réfrigérants. On a retrouvé, dans les glaces polaires, des mammouths dont la chair est mangeable. On conserve les cadavres dans la glace, à la Morgue de Paris. Mais peut-être y a-t-il là une modification du milieu nutritif qui le rend, pour un temps, impropre au développement des organismes inférieurs. Ceux-ci sont paralysés plutôt que tués. Des liquides ensemencés par Pasteur ont manifesté l'activité vitale après avoir supporté 30 degrés au-dessous de zéro. Selon Gubler et Bordier, Melsens aurait fait perdre sa virulence au vaccin soumis à — 80°. Prudden (voy. p. 204) a reconnu que les bacilles pathogènes subissent dans la glace une diminution lente, mais progressive. Le fait paraît constant, quoique les résultats de Bordoni-Uffreduzzi ne le confirment pas. Une série de congélations et de liquéfactions successives et alternantes est rapidement mortelle pour les microbes.

La *chaleur* est le parasiticide par excellence. Il y a, toutefois, de grandes différences entre la chaleur sèche et la chaleur humide, et les effets obte-

nus sont autres quand il s'agit de bacilles asporés que quand on a affaire à des organismes avec spores.

Toutes les bactéries adultes et leurs spores sont détruites par l'ébullition à 100 degrés, suffisamment prolongée et pourvu que la température de 100 degrés ait été réellement atteinte dans toute la masse renfermant des microorganismes. On les détruit même très complètement à des températures bien inférieures (50 à 60 degrés) dans les liquides, en recourant au procédé de Tyndall et de R. Koch, qui consiste à chauffer plusieurs fois, successivement, à des intervalles de douze à vingt-quatre heures, la liqueur à stériliser; les spores non tuées par les premières chauffes se développent dans les intervalles et sont aisément détruites au moment où elles sont devenues végétal parfait. Toutefois, Miquel, van Tieghem, Globig (à la surface du sol), ont signalé des bactéries qui se développent entre 50 et 70° et même au-dessus.

Le temps d'ébullition nécessaire pour la plupart des spores varie de deux à dix ou quinze minutes; cependant, d'après Buchner, les spores du bacille du foin (*Bacillus subtilis*) exigent une heure. Celles du *bacille de la pomme de terre* de Globig, cinq à six heures d'exposition à la vapeur à 100°.

La chaleur sèche exige des degrés beaucoup plus élevés, précisément parce que, dans l'état de dessiccation, le protoplasme des microorganismes ne se prête plus aisément à des changements d'états. Dans les expériences de Wernich, des tissus imprégnés de matière putride et soumis à une température de 110 à 118° à sec, ensemencèrent cinq fois sur six les liquides de culture. Au contraire, l'ensemencement échoua dix fois sur dix après cinq minutes d'échauffement entre 125 et 150 degrés. Certaines spores (Flügge) sont seulement tuées après un séjour de trois heures dans de l'air chauffé à 145 degrés, ainsi qu'il résulte des expériences de Koch et Wolffhügel.

Les spores de moisissures ne cèdent qu'à l'exposition pendant une heure et demie dans l'air à 110-115°.Selon Miquel, les bacilles résistent plus que les bactéries et microcoques.

A la suite des études de Koch, Wolffhügel, Miquel, Löffler, Gaffky, Vallin, Herscher, Grancher, Vinay, etc,, il a été reconnu que la chaleur humide, fournie par la vapeur à l'état de *courant* et sans pression — ou sous une pression modérée, mais en expulsant l'air, corps mauvais conducteur, qui protège réellement les microbes autour desquels il se trouve, — est parfaitement suffisante pour anéantir, dans un temps convenable, tous les germes et tous les microorganismes pathogènes. La température de la vapeur sans pression ne dépasse naturellement pas 100 degrés, à moins que l'on n'ait élevé, par l'addition de sel (Dobroslavine) par exemple, le point d'ébullition de l'eau. A une pression légère, on porte la chaleur de la vapeur à 102,7 par 1/10 d'atmosphère (H. Merke), à 105, 110 degrés et plus, en surajoutant moins d'une atmosphère. (Zundel et Alph. Koch obtiennent la température de 100°, dans la désinfection des wagons de bestiaux, en empruntant un jet d'eau à la chaudière de la locomotive, où il y a 5 à 6 atmosphères, c'est-à-dire près de 160°.)

Étuves a désinfection. — C'est sur la notion de l'action parasiticide de

la chaleur que repose la construction des *étuves* pour la désinfection des vêtements, du linge, de la literie ayant servi à des malades, des pièces de pansement provenant des blessés.

Étuves à air chaud. — Les premiers appareils de désinfection, construits à une époque où l'on avait plutôt l'intuition que la démonstration des effets de la chaleur sur les germes, employaient l'air chaud, c'est-à-dire la chaleur sèche, qui vient de se révéler comme insuffisante, à moins que l'on n'atteigne à des températures extraordinaires. Ainsi, les étuves anglaises de Nottingham, de Liverpool, de Londres; celle de Moabit, à Berlin, de l'hôpital Saint-Louis et de la Maternité, à Paris, de l'Hôtel-Dieu de Rouen, etc. En 1880, le Conseil d'hygiène de la Seine, sur un rapport de Pasteur et Léon Colin, adoptait le principe de la création de deux étuves à désinfection publiques, à air chaud, sur deux points opposés de la capitale; la température intérieure ne devait pas dépasser 110°. Tous ces efforts, bien intentionnés, étaient autant d'erreurs qui, heureusement, n'ont pas trop compromis la méthode. Déjà, en 1880, Em. Trélat et Hudelo exprimaient le vœu que l'on n'essayât point, dans de pareilles étuves, la désinfection d'objets épais, comme les matelas, à l'intérieur desquels la chaleur ne pouvait s'élever suffisamment pour être efficace. L'expérience a condamné totalement ces appareils; l'air est le plus mauvais véhicule du calorique que l'on puisse imaginer; il ne pénètre que très malaisément dans l'épaisseur des étoffes et surtout des couvertures et matelas, où il y a primitivement de l'air incorporé qui protège les microbes par sa conductibilité nulle. De sorte qu'il faut faire une dépense extraordinaire de combustible, pousser la température jusqu'à 125 degrés au moins, et griller les linges et étoffes au point de les rendre inutilisables, sans atteindre, dans la profondeur des matelas, à une température approchée de celle qui pourrait tuer les microorganismes.

Il est démontré, en effet (Koch et Wolffhügel), que la soie, la laine, le lin, le cuir, ne résistent pas aux températures approchant de 150 degrés. La chaleur sèche de 120° roussit déjà la laine blanche (Vallin). La chaleur humide serait moins compromettante, d'après Wolffhügel; cependant on a dû renoncer à exposer les objets de cuir à l'étuve Geneste-Herscher, quoique la température n'y dépasse jamais 115° et reste souvent très au-dessous.

« On dépense depuis un an, nous écrit Vallin, plusieurs milliers de francs pour tenir allumée jour et nuit l'étuve à air sec de l'Hôtel-Dieu de Rouen, et l'on y fait roussir le matériel de deux hôpitaux. On roussit, mais l'on ne désinfecte pas. La température centrale des oreillers de malades qui y sont exposés ne dépasse pas 65 à 70 degrés. »

Nous n'insistons pas davantage sur un procédé qu'il y a tout intérêt à abandonner au plus tôt. Des installations reposant sur ce principe, pourvu qu'elles ne soient pas très coûteuses, pourraient être adoptées dans des prisons, des asiles, des magasins de matériel, à la destruction des gros parasites, vermine, mites, vers. Il existe un modèle de ce genre dans la maison Geneste-Herscher. Mais il semble devoir, bien souvent, faire place à l'étuve à vapeur, qui rend les mêmes services et d'autres plus importants.

Étuves à vapeur. — Robert Koch a construit lui-même l'appareil qui sert aujourd'hui de type aux constructeurs d'étuves, en Allemagne. Une marmite remplie d'eau est surmontée d'un cylindre en fer-blanc, dont la partie supérieure est conique et se termine par un tube d'un centimètre de diamètre. Ce cylindre est enveloppé de corps mauvais conducteurs. On porte à l'ébullition l'eau de la marmite; un jet de vapeur à 100° s'échappe par le tube terminal. Si l'on a placé dans le cylindre vertical des objets à désinfecter, l'effet voulu est atteint en quinze à soixante minutes. Les spores les plus résistantes sont tuées dans ce dernier délai, même contenues dans une membrane épaisse. Il est probable que l'étroitesse de l'orifice d'échappement comprime un peu la vapeur à l'intérieur du cylindre. Les constructeurs recherchent parfois (Wolffhügel) des dispositifs qui permettent cette compression et une température notablement supérieure à 100 degrés. Or, l'un de ces dispositifs consiste simplement dans le jeu d'un robinet, qui rétrécit à la moitié, au quart, le calibre du canal d'échappement.

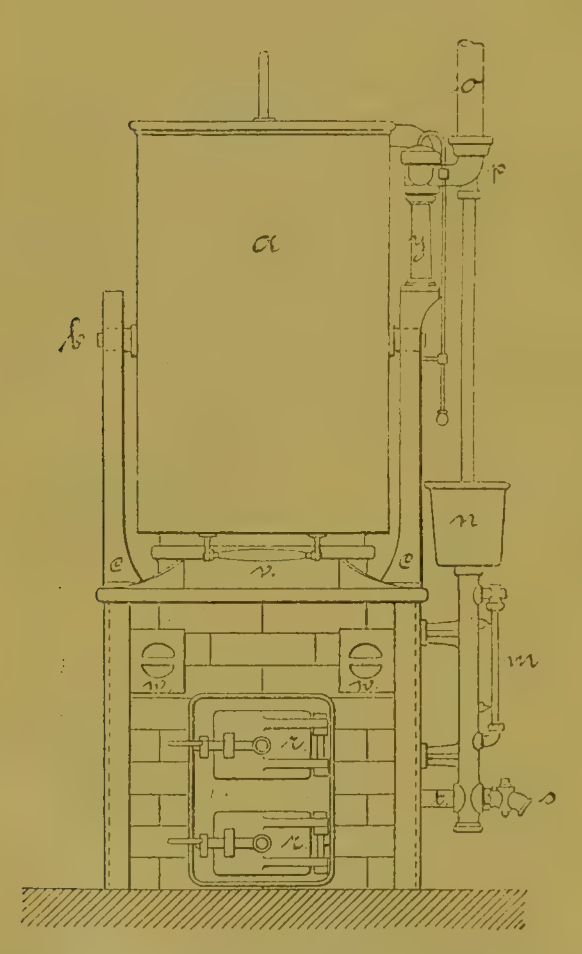


Fig. 88. — *Étuve à désinfection à vapeur sans pression*, de Rietschel et Henneberg (*).

La figure 88 ci-contre représente l'un des modèles de « *désinfecteurs* » de Henneberg (Berlin). Il est facile, d'après ce qui a été dit, de comprendre le fonctionnement de cet appareil.

Il est de remarque que les objets humides opposent une résistance plus énergique que les autres à la pénétration du calorique et que certains objets, tels que les plumes, la ouate, sont plus particulièrement endommagés par le fait de la condensation de la vapeur à leur surface, quand ils sont froids (Wolffhügel, Knorre, H. Merke). Aussi conseille-t-on de les chauffer préalablement.

En France, les ingénieurs Geneste et Herscher ont réalisé toutes les conditions que l'on peut attendre d'un appareil de désinfection pour la

(*) *a*. Cylindre renfermant les objets à désinfecter; — *b*. Axe sur lequel est mobile ce cylindre pour pouvoir se placer horizontalement, quand on y introduit les objets; — *m*. Indicateur de niveau; — *n*. Entonnoir d'introduction de l'eau dans la chaudière; — *o*. Tuyau d'échappement de la vapeur; — *p*. Tuyau ramenant l'eau de condensation à la chaudière; — *s*. Robinet d'évacuation; — *t*. Conduite d'alimentation; — *r*. Porte du cendrier; — *w*. Orifices de nettoyage.

chaleur dans les constructions dont les figures 89 et 90 donnent un aperçu.

Leur étuve agit sous pression, et ils le disent, au lieu de recourir aux solutions salines ou aux robinets de retenue, par lesquels les Allemands atteignent à des températures supérieures à 100 degrés avec des appareils

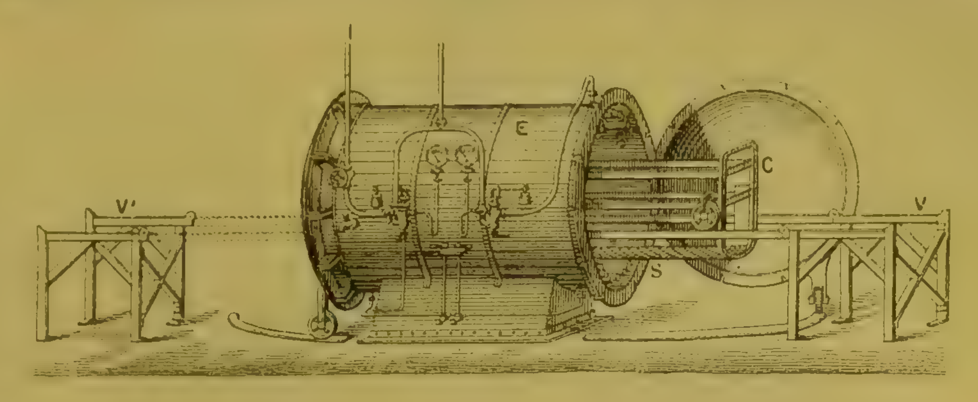


Fig. 89. — *Étuve à vapeur sous pression*, de Geneste et Herscher (*).

dits *sans pression*. Mais, pour obtenir le déplacement de l'air interposé aux fibres des tissus et à la laine des matelas, et pour le remplacer par la vapeur chaude, ils ont adapté au cylindre renfermant les objets à désinfecter un mécanisme très simple, qui permet de laisser échapper, au bout de cinq minutes, la vapeur accumulée dans le cylindre. Cette dépression, qui équivaut sûrement, comme on le voit, au *courant* de vapeur des Allemands, peut-être provoquée une seconde fois et l'opération n'en réussit que mieux. D'ailleurs la condensation de la vapeur introduite dans la chambre d'épuration est empêchée par deux faisceaux de tubes intérieurs, desservis d'une façon indépendante, qui chauffent par rayonnement l'intérieur du cylindre avant l'introduction de la vapeur et après l'opération, pour le séchage.

Comme l'a constaté Vinay, l'étuve Herscher satisfait aux trois indications principales qui sont la raison d'être de ces mécanismes. Elle tue les germes pathogènes (Grancher, Arloing, Vinay), y compris le *Bacillus subtilis* et le virus du charbon symptomatique (à 112, 115 degrés), un des plus résistants que l'on connaisse. Elle agit rapidement : quinze minutes pour la désinfection, quinze à vingt minutes pour le séchage, et ne dépense pas de combustible à l'excès : 100 kilogrammes de charbon pour dix à douze heures de travail par jour. Enfin, le passage par l'étuve n'altère ni l'aspect ni la coloration du lin, du coton, de la soie ; la laine blanche seule roussit un peu. Toutefois la chaleur, au-dessus de 100°, rend à peu près indélébiles sur le linge les taches de sang, de méconium, de pus. Si l'on cherche à en obtenir la décoloration, après désinfection, par le chlorozone, il en résulte une usure considérable. Vinay conseille le lavage préalable. D'ailleurs il met la sécurité vis-à-vis des microbes bien au-dessus des risques du linge et des effets.

Les hygiénistes sont unanimes à reconnaître la sûreté de cet appareil.

(*) E. Corps cylindrique de l'étuve. — S. Batteries chauffantes intérieures. — V. Voie d'entrée ; — V'. Voie de sortie ; — C. Chariot.

Wolffhügel lui-même le cite parmi les bons; J. Salomonsen et F. Levison (Copenhague) viennent de le déclarer supérieur. Les inventeurs en ont modifié la forme de telle sorte qu'au lieu de rester étuve fixe, il puisse être

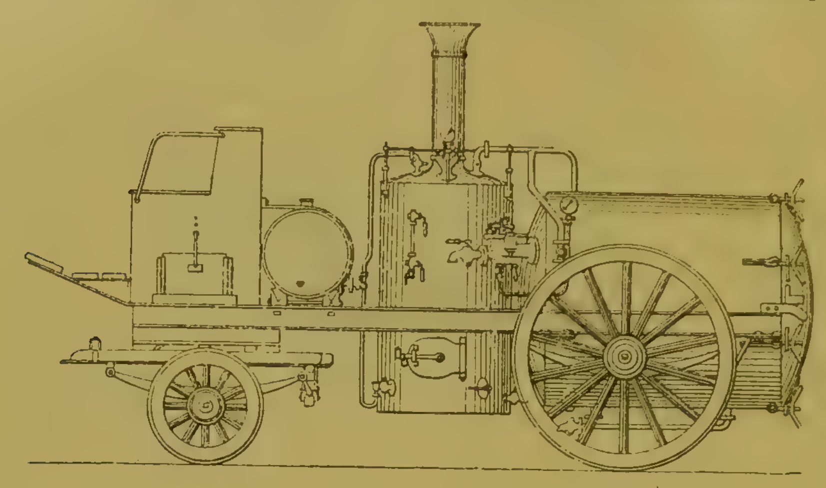


Fig. 90. — *Étuve locomobile* de Geneste et Herscher.

installé sur un navire, sur un chaland, sur une voiture. La figure 90 reproduit un modèle aisément transportable, tel qu'il en circula un dans les villages du Poitou envahis par la suette miliaire de 1887. Objet de quelque méfiance au début, le « train sanitaire » ne tarda pas à être bien accueilli par les paysans et rendit de réels services. Le ministère du Commerce français organise un service régulier de désinfection par étuves mobiles, et il vient d'en être inauguré une à Saint-Denis. Le maniement de l'étuve sur roues diffère un peu de celui de l'étuve fixe. D'ailleurs, pour l'une et pour l'autre, il importe d'utiliser un personnel intelligent et bien dressé.

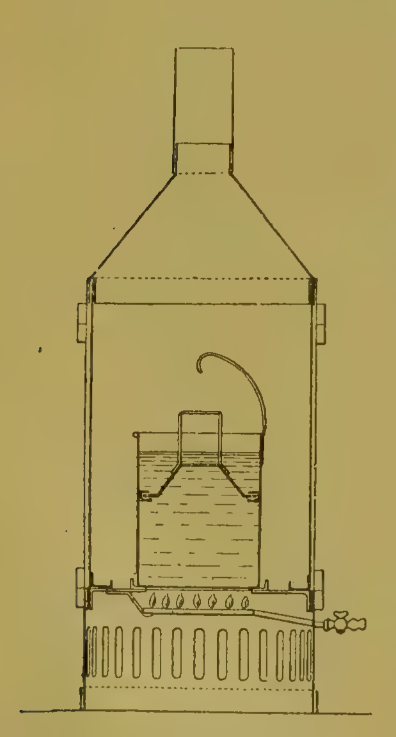


Fig. 91. — *Appareil pour la désinfection et le nettoyage des crachoirs de phtisiques*, de Geneste et Herscher.

L'étuve Geneste-Herscher a servi, aux lazarets de Port-Cros et Bagau, à désinfecter les effets de nos soldats rapatriés du Tonkin. Les ministères du Commerce et de la Marine l'installent dans les ports et sur les navires. La ville de Paris la place dans ses hôpitaux d'isolement et dans les succursales du Mont-de-Piété. Du mois de juin 1887 au mois de mars 1888 (Duval), ces dernières ont désinfecté près de 30,000 objets. Un des succès les plus remarquables est celui qui a été obtenu sur le *Mytho* (Proust); ce navire arrivant d'Extrême-Orient et ayant pratiqué, à l'aide de son étuve Herscher, la *désinfection à bord*, a pu être admis immédiatement en libre pratique en France. Les étuves suppriment les quarantaines. Ce procédé s'impose naturellement pour la désinfection des *chiffons* (Vallin, Richard, Löffler).

Pour ne pas étendre à l'excès cet article, nous nous bornerons à une mention, d'ailleurs honorable, à l'égard des étuves de Jules Leblanc, de Pierron et Dehaitre, de Reck, qui ont leurs mérites, mais ne donnent pas à la vapeur le mouvement qui dispense des hauts degrés de température, ou sont un peu compliquées.

La figure 91 représente un appareil de désinfection des crachats par ébullition. La partie essentielle de cet ensemble consiste en un seau en cuivre dans lequel sont placés les crachoirs; on vide par dessus une solution de carbonate de potasse ou de soude que l'on a fait chauffer dans un seau pareil au premier et auquel on substitue celui-ci; un cône mobile percé de trous formant trémie est introduit dans l'intérieur du seau, où il est supporté par trois ou quatre équerres rivées, dans le but de maintenir les crachats dans un milieu liquide et de faciliter l'ébullition. Le tout est placé sur le feu et la porte de l'appareil soigneusement fermée. Il suffit de faire bouillir pendant quelques minutes. Grancher et de Gennes affirment l'efficacité absolue de cette méthode.

Antiseptiques proprement dits. — Il est assez difficile de classer les antiseptiques. Vallin fait une classe à part des *absorbants chimiques*, qui absorbent les gaz et *désodorisent;* mais beaucoup de ces corps (sulfates de fer et de zinc, chlorure de zinc, etc.) sont en même temps de réels parasiticides. Duclaux fait entrevoir une division qui comprendrait la série des *paralysants*, des *oxydauts*, des *coagulants;* elle est fort rationnelle, mais peut-être que le même agent pourrait rentrer dans deux catégories à la fois; d'ailleurs les distinctions à faire ne sont pas encore précises. Miquel distingue : les substances qui tuent les bactéries; — celles qui tuent les spores; — celles qui paralysent les microorganismes développés ou à l'état de spores. Le même auteur a échelonné les substances bactéricides de la façon suivante : éminemment, très fortement, fortement, modérément, faiblement, très faiblement antiseptiques. «Un corps est *éminemment antiseptique* quand il s'oppose à la putréfaction de 1 litre de bouillon, à la dose comprise entre 0 gr. 01 et 0,1; » *très faiblement antiseptique*, quand il en faut de 100 à 300 grammes pour le même effet. A la vérité, Miquel a surtout essayé les antiseptiques sur les germes contenus dans les poussières des habitations; ce qui n'éclaire pas absolument l'antisepsie appliquée aux microbes pathogènes. Il faudrait avoir expérimenté sur chacun de ceux-ci, individuellement, comme l'a fait R. Koch sur *Bacillus anthracis*, comme ont procédé Gärtner et Plagge pour rechercher l'action de l'acide phénique et du sublimé. Nous reproduisons néanmoins l'échelle d'antisepticité de Miquel :

Substances éminemment antiseptiques.

Substances.	Doses.	Substances.	Doses.
Biiodure de mercure..........	25 milligr.	Bichlorure de mercure........	70 milligr.
Iodure d'argent................	30 —	Azotate d'argent..............	80 —
Eau oxygénée.................	50 —		

Très fortement antiseptiques.

Acide osmique	15 centigr.	Brome	60 centigr.
— chromique	20 —	Iodoforme	
Chlore	25 —	Bromoforme	70 —
Iode		Chlorure de cuivre	
Chlorure d'or		Chloroforme	80 —
Acide cyanhydrique		Sulfate de cuivre	90 —

Fortement antiseptiques.

Acide salicylique	1 gramm.	Acide sulfurique	2 à 3 gr.
— benzoïque		— azotique	
Bichromate de potasse	1^{gr},20	— chlorhydrique	
Cyanure de potassium		Essence d'amandes amères	3 gramm.
Acide picrique	1 ,30	Acide phénique	3^{gr},20
Chlorure d'aluminium	1 ,40	Permanganate de potasse	3 ,50
Gaz ammoniac		Azotate de plomb	3 ,60
Chlorure de zinc	1 ,90	Alun	4 ,50
Acide thymique	2 ,00	Tannin	4 ,80
Chlorure de plomb	2 ,00	Acide oxalique	3 à 5 gr.
Essence de mirbane	2 ,60	— tartrique	
		— citrique	
		Sulfhydrate de sodium	5 gramm.

Modérément antiseptiques.

Bromhydrate de quinine	5^{gr},50	Salicylate de soude	10 gramm.
Acide arsénieux	6 ,00	Sulfate de protoxyde de fer	11 —
— borique	7 ,50	Alcool amylique	14 —
Hydrate de chloral	9 ,30		

Faiblement ou très faiblement antiseptiques.

Éther sulfurique	22 gramm.	Iodure de potassium	140 gramm.
Alcool butylique	35 —	Prussiate de potasse	185 —
— propylique	60 —	Glycérine officinale	225 —
Borate de soude	70 —	Urée naturelle	260 —
Alcool éthylique	95 —	Hyposulfite de soude	275 —
Sulfocyanure de potassium	120 —	Chlorate de soude	400 —

Sels de mercure. — On remarquera la supériorité du biiodure sur le sublimé.

Le biiodure est soluble dans 200 parties d'eau, surtout si l'on ajoute un peu d'iodure de potassium. Miquel a fait disparaître la fétidité des crachats chez les phtisiques en faisant respirer le spray obtenu avec 30 grammes par jour d'une solution de biiodure à 1 p. 2000, en deux ou trois séances ; on ajoute 20 grammes de laudanum pour prévenir l'irritation des bronches et de la gorge.

Le sublimé rend la vie des microbes impossible dans le bouillon de bœuf à la dose de 1 gramme pour 14 litres. La solution de sublimé à 1 sur 1000 tue en huit secondes les bacilles charbonneux sans spores, ceux de la morve, du typhus sans spores, de la diphthérie, les micrococques de l'érysipèle, de la fièvre puerpérale, de l'ostéomyélite, *Micrococcus tetragenus*, *Bacillus prodigiosus* (Gärtner et Plagge). La même tue en quelques minutes toutes les spores. La solution au 5000e arrive au même résultat en quelques heures.

Le sublimé est donc devenu le désinfectant par excellence, dans les la-

boratoires de bactériologie, en chirurgie, dans l'hygiène hospitalière et ailleurs. On l'introduit dans les approvisionnements sanitaires de guerre de toutes les nations. Le professeur Kœnig le recommande sous forme de vapeur, à la dose de 1 gramme par mètre cube pour désinfecter les habitations. A Paris, il a été appliqué (1887) à l'assainissement d'écuries envahies par la fièvre typhoïde; on a pulvérisé dans l'intérieur la solution au 1000e au moyen d'un appareil imaginé par Herscher. Le succès a été complet. A la Nouvelle-Orléans, on traite par le même procédé, très en grand, les navires suspects; selon Holt, il est pulvérisé de 7,000 à 14,000 litres de solution au millième sur les parois intérieures d'un navire.

La *pulvérisation* (ou le lavage) est, en effet, le seul moyen d'employer le bichlorure dans des conditions pareilles. Lübbert, Heræus, Kreibohm, ont démontré que les vapeurs de sublimé, selon la méthode de Kœnig, n'ont aucune efficacité. Kubin (de Saint-Pétersbourg) a eu soin d'y substituer le spray mercuriel (solution au 1000e), ou encore la pulvérisation d'un mélange de la solution de sublimé et de la solution phéniquée à 5 p. 100, dans la désinfection des baraques de l'hôpital Alexandre. Esmarch conseille de renouveler l'opération après vingt-quatre heures.

Tarnier et ses élèves ont introduit le sublimé dans la pratique obstétricale. On s'en sert pour laver les mains des accoucheurs et aides, les instruments; pour faire des lotions et des injections vaginales et même utérines. Comment les pansements ou lotions au bichlorure, sur des plaies ou dans l'utérus saignant, ne provoquent-ils pas d'empoisonnement? C'est qu'il n'y a pas, d'habitude, d'absorption; que, s'il y en avait, la dose de mercure absorbé serait extrêmement faible; qu'en fin de compte, il ne peut pas y en avoir, parce que le bichlorure fait, avec les sucs issus des plaies, un albuminat mercuriel en coagulation, insoluble et inabsorbable. Telle est du moins la théorie ; en fait, il y a eu quelques accidents.

La solution de sublimé, selon les besoins, peut être à 1 sur 1000, sur 2000, sur 5000, sur 10 000. Miquel conseille la solution à 1 sur 10 000 pour beaucoup d'usages et spécialement pour désinfecter les objets de literie. Tarnier essaye de tremper les matelas dans cette solution; mais on ne parvient plus alors à les débarrasser d'une énorme quantité d'eau, même en les chauffant à l'étuve pendant 12 heures. La solution au 2000e convient pour le lavage des mains.

Le sublimé sert aux médecins de la Beauce pour panser la pustule maligne. — Est-ce, peut-être, comme parasiticide qu'il agit dans la syphilis? — A l'intérieur, quelques médecins conseillent d'administrer le protochlorure pour déterminer la production de bichlorure.

Quoique antiseptique merveilleux, le sublimé est pourtant d'un usage restreint : 1° parce qu'il est assez cher, bien qu'employé à petites doses, 6 à 8 francs le kilogramme ; 2° parce qu'il est dangereux. On ne l'admettra jamais, par exemple, dans la conservation des aliments. Il serait coûteux dans la désinfection des fosses d'aisances et impraticable vis-à-vis de celles où l'on prend les matières pour servir immédiatement d'engrais; le poison pourrait être reporté sur des légumes ou des fruits.

Le sublimé ne détruit pas les spores tuberculeuses, dans les crachats de phthisiques, à 1 sur 5000 ni même à 1 sur 500 (Schill et Fischer), peut-être parce qu'il coagule d'abord la partie périphérique du crachat et fait ainsi une protection aux microbes de la profondeur ; en effet, il réussit bien sur les crachats desséchés.

Eau oxygénée. — Angus Smith la considérait comme le désinfectant de l'avenir. P. Bert démontra que l'oxygène tue les microbes, soit par oxydation, soit par asphyxie. Lui et Péan emploient avec succès l'eau oxygénée neutre, privée d'acide sulfurique, à deux volumes d'oxygène pour lavages et pansements antiseptiques, à 6 volumes pour pulvérisations.

Damaschino traite le muguet par le lavage à l'eau oxygénée, trois ou quatre fois par jour, sans négliger les lotions alcalines.

On peut obtenir l'oxygène à l'état naissant, en faisant agir des suroxydes de plomb ou de manganèse sur une dissolution de chlorure de chaux, ou de chlorure de cobalt, ou de chlorure de cuivre (à chaud).

Azotate d'argent. — Désinfecte bien à 1 sur 1000, sur 5,000, sur 10,000; par conséquent ne serait pas encore très cher. Mais il noircit la peau, les linges, les tissus et est impraticable en bien des occasions.

Chlore. Iode. Brome. — L'eau iodée à 1 pour 19 000, dit Miquel, est toujours stérile. L'eau saturée d'iode pourrait servir pour la destruction des miasmes adhérents au linge des malades atteints de maladies contagieuses.

Les solutions aqueuses de chlore et d'iode à 1 pour 4000 sont très efficaces; Davaine (1874-1880) détruisait les bacilles charbonneux par une solution d'iode à 1 sur 150 000. Il y a un traitement de la pustule maligne qui repose sur ce fait. Vallin et Mathieu ont essayé la teinture d'iode sur les chancres mous, sans arriver à des résultats certains. L'iode, comme l'a montré Dubujadoux, possède pour l'albumine une affinité qui l'empêche de pouvoir être appliqué à la désinfection des liquides albumineux ou d'opérer une désinfection durable à la surface d'une plaie; les microbes touchés par l'iode meurent et la couche iodo-albuminée est imputrescible ; mais les germes vivent par-dessous. Il est vrai que cette propriété permet d'administrer l'iode pur à l'intérieur, soit contre la tuberculose, soit contre la syphilis (méthode de Guillemin); on l'ajoute à du lait, qui peut recevoir 1^{gr},33 d'iode par litre sans qu'il y paraisse à sa saveur. G. Colin (d'Alfort) avait déjà contesté les formules trop rassurantes de Davaine.

Pour ce qui concerne le chlore et le brome, qui se diffusent aisément dans l'atmosphère et pénètrent partout, ils attaquent profondément toutes les substances, ce qui en restreint l'emploi. A l'état gazeux et surtout secs, ils sont presque sans action (Jalan de la Croix, Mehlausen, Miquel). Il n'en est plus de même à l'état humide et en solution aqueuse.

Le *chlore* décompose l'hydrogène phosphoré, l'hydrogène sulfuré, l'ammoniaque et les matières organiques volatiles en s'emparant de leur hydrogène. L'acide chlorhydrique qui en résulte forme avec une portion de l'ammoniaque, du chlorhydrate d'AzH^3 (Les chlorures sur les matières fécales détruisent une part de l'engrais). En prenant de l'hydrogène à l'eau, le chlore met aussi en liberté de l'oxygène naissant.

Les chlorures ne dégagent du chlore à l'air qu'en présence de CO^2, qui prend la place du chlore en se combinant avec la base alcaline ou terreuse.

Les « fumigations guytoniennes », que l'on prend souvent pour des fumigations au chlore, étaient en réalité des fumigations à l'*acide chlorhydrique*, comme l'a démontré Vallin, dans une intéressante analyse rétrospective des procédés de Guyton-Morveau (1773), de Cruikshank (1797), de Vicq-d'Azyr (1774) et des idées de Scheele sur l'acide « muriatique *déphlogystiqué*, » c'est-à-dire sur le chlore qu'il découvrait, de Lavoisier et Berthollet sur l'acide *muriatique oxygéné*, qui embrouillait la question.

Les expériences de Renault (d'Alfort) et de Raynal sur le traitement par le chlore des virus morveux, charbonneux, claveleux et du choléra des poules, n'étaient pas favorables à ce désinfectant, même humide, non plus qu'aux chlorures. Celles de Gerlach, Peuch (virus morveux), John Dougall, Baxter, Mecklemburg, de Washington (vaccin), ont, au contraire, paru montrer que le chlore gazeux et à dose assez forte est un antiseptique énergique. Selon Baxter, il serait encore plus puissant sur la septicémie que sur le vaccin. Vallin ne semble pas éloigné d'incliner dans ce sens.

Mais les recherches de Fischer et Proskauer, à l'*Office sanitaire Allemand*, ont de nouveau réduit la valeur du chlore et du brome comme désinfectants.

Les essais portèrent : sur des spores charbonneuses; sur un bacille de la terre de jardin très réfractaire à la chaleur humide; sur des crachats tuberculeux desséchés; des bacilles du charbon, de la septicémie de la souris; *micrococcus tetragenus*, m. erysipelatos, *m. prodigiosus;* la sarcine; la levûre rose et grise; *Aspergillus niger* et A. rosé.

Dans le laboratoire, aucun organisme ne se montra réfractaire au chlore, parce que l'on agissait dans des ballons hermétiques et dans de petits espaces, avec beaucoup de chlore. Il n'en fut pas de même dans des locaux habités, vastes et fermant bien.

L'humidité de l'air joue un rôle capital, probablement en favorisant l'oxydation. Lorsque l'air est saturé de vapeur d'eau, les organismes sont détruits, pourvu qu'une proportion de 0,3 p. 100 (en volume) de chlore agisse pendant trois heures, ou une de 0,04 p. 100 pendant vingt-quatre heures. Si l'air est sec, l'action est à peu près nulle.

Quand on dégage du chlore dans un espace clos, au moyen de l'action de l'acide chlorhydrique sur le chlorure de chaux, on remarque qu'il est difficile d'obtenir tout le volume de chlore qu'indique la théorie. En outre, le gaz est lent à se diffuser; il y en a d'abord beaucoup plus à $1^m,50$ de hauteur qu'à la voûte et au ras du sol que partout ailleurs; c'est seulement au bout de quatre heures et demie qu'il y en a autant à $1^m,50$ qu'au niveau du sol.

Dans ces conditions, l'action parasiticide fut énergique vis-à-vis des objets humides, vis-à-vis des organismes bien exposés, mais non profonde ni constante. En revanche, des échantillons de fils, d'étoffes, de cuirs, etc., avaient été grandement impressionnés, surtout dans leur couleur. Ce procédé est inapplicable aux tapis, aux vêtements, aux objets métalliques. Il est fort dangereux pour le personnel qui l'emploie, à cause des accidents des voies respiratoires. Enfin, il serait assez coûteux ; 0 fr. 20 environ par mètre cube d'espace.

Les recherches sur le brome, calquées sur les précédentes, ont donné les mêmes résultats.

Le chlore gazeux (dégagé par 100 grammes de chlorure de chaux et 165 grammes d'acide chlorhydrique par mètre cube) a échoué entre les mains de Kubin, aussi bien dans le laboratoire que dans la désinfection de baraques de diphthéritiques, à l'hôpital Alexandre, de Saint-Pétersbourg.

Iodoforme. — Préconisé, en 1881, par Mosetig von Moorhof, de Vienne, l'iodoforme est essentiellement un antiseptique chirurgical. Les accidents d'empoisonnement qu'on lui a reprochés n'étaient dus qu'à la maladresse (Hassler) et ne l'ont pas empêché de prendre une vogue immense, bien qu'il soit un parasiticide faible ou nul, sauf pour le vibrion du choléra; mais il dessèche la surface des plaies et les fait bourgeonner, ce qui ferme la porte aux germes (Riedlin). Mosetig fait d'abord laver les plaies à l'eau pure; puis on emploie l'iodoforme :

1° En poudre fine, en couche mince sur les plaies ;

2° En crayons; les uns durs, préparés avec de la gomme ou du beurre de cacao ; les autres mous, à la gélatine. Pour être introduits dans les trajets fistuleux, etc.

3° Incorporé à la gaze, à la dose de 30 à 50 p. 100.

Cette gaze est employée dans les plaies de la bouche, du vagin, du rectum; pour tenir les bords de la plaie écartés.

4° En émulsion à 10-50 p. 100, avec glycérine, eau, gomme adragante ; dans les plaies profondes, les abcès froids.

5° En solution :

Iodoforme	1 gramme.
Benzol	9 —
Vaseline	11 —
Huile de gaulthérie	2 gouttes.

En injections dans les goîtres parenchymateux. L'iodoforme (gaze) s'emploie aussi dans les brûlures.

Sulfate de cuivre. — En dehors des métaux nobles, dit Miquel, il n'en est pas qui puisse lutter avec le cuivre au point de vue de l'efficacité pour suspendre et prévenir la décomposition des matières organiques. — Le chlorure de cuivre arrête la putréfaction du bouillon, à la dose de 1 p. 1400; le sulfate, à 1 p. 1100. — Malheureusement, les solutions saturées de sulfate de cuivre sont impuissantes à détruire les spores des bacilles communs. Miquel conseille d'ajouter à la solution de sulfate de cuivre 2 p. 100 d'acide sulfurique ou azotique.

Pasteur a beaucoup contribué à donner un moment de vogue au sulfate de cuivre. Bouley, comme d'habitude, a renchéri sur le maître.

Le Dr Burq avait adopté le cuivre comme *anticholérique* et en fut le défenseur héroïque, quoique malheureux. Thuillier, en Égypte, se bourrait de cuivre et est mort très rapidement du choléra.

Bochefontaine (*Gazette hebdomad.*, 21 septembre 1883) refroidit un peu cet enthousiasme. Les solutions de sulfate de cuivre à 1 p. 100 empêchaient le développement des vibrioniens, mais point celui des spores de mucédinées. Les solutions à 1 p. 1000 n'empêchaient rien du tout. Un lot de cobayes fut partagé en deux moitiés qui toutes deux furent rendues bactériémiques par le procédé de

Davaine. L'une de ces moitiés bactériémisées reçut du sulfate de cuivre en injections hypodermiques. Les uns moururent comme les autres.

Cependant Charpentier (*Acad. méd.*, 4 mars 1884) a introduit le sulfate de cuivre en obstétrique. Se fondant sur les expériences de Pasteur et Chamberland et sur les siennes propres, il affirme que la solution de sulfate de cuivre au 100e est un antiseptique de premier ordre, qui peut rendre en obstétrique des services signalés et servir aux injections intravaginales ou intra-utérines.

Vallin ne prend pas en grande considération les objections de Bochefontaine et pense que, si le sulfate de cuivre n'est pas un antiseptique radical, il peut néanmoins servir à quelque chose et jusqu'à un certain point. Il conseille de mêler à chaque selle de cholérique ou à chaque litre de matière liquide, une tasse à café de chlorure de chaux en poudre, ou bien un grand verre de solution (eau bleue) :

Sulfate de cuivre du commerce...........	50 grammes.
Eau simple.............................	1 litre.

Les linges de corps ou de literie souillés par les déjections seront placés dans 20 litres d'eau, additionnés de 4 litres d'eau bleue.

Le sulfate de cuivre coûte 90 francs les 100 kilogrammes.

Sulfate de fer. — Désinfectant autrefois très vanté; réglementaire dans l'armée et à Paris pour la désinfection des latrines. Aujourd'hui, presque répudié par tous les hygiénistes et relégué parmi les « désodorisants ». Miquel ne le relève pas beaucoup en le classant dans les *modérément* antiseptiques.

Le sulfate de fer oxyde les matières organiques, qui le ramènent à l'état de sulfure; ce sulfure redevient lui-même sulfate en reprenant de l'oxygène aux matières organiques peu stables. D'où le nom de *désinfectant perpétuel*, que lui donnait Kühlmann.

Virchow l'accusait d'augmenter d'abord la mauvaise odeur en se combinant avec l'ammoniaque et mettant en liberté les acides butyrique, valérianique, etc., qui étaient unis à cette base.

Le fer exerce, selon Frankland, une action destructive sur les bactéries. Lassaigne et de Gasparin avaient remarqué qu'il nuit à la végétation. Les cultivateurs du Nord refusaient les matières désinfectées par le sulfate de fer.

Le sulfate de fer a l'inconvénient de noircir les objets.

On l'employait en solution de 180 à 250 grammes par litre, ou encore, 2k,500 de sulfate de fer, ou 10 litres de solution à 250 grammes par mètre cube de matière de fosse. Ou encore 15 à 25 litres de la solution à 180 grammes, qui était bien insuffisante, mais coûtait 5 centimes le litre.

Vallin a constaté que 10 grammes de sulfate de fer dissous dans une petite quantité d'eau ne désodorisent pas 500 grammes de matière solide, en pleine fermentation.

Le sulfate de fer brut coûte de 9 à 15 centimes le kilogramme. Il est la base du procédé de désinfection des fosses avant la vidange.

Les acides azotique, sulfurique, salicylique, phénique, sulfureux. — Les acides sont presque toujours des antiseptiques, puisque les schizomycètes redoutent les milieux acides. Il n'est pas certain que l'acide salicylique, les acides benzoïque et picrique, acides faibles, occupent un rang supérieur aux acides forts, azotique, sulfurique, chlorhydrique. Les premiers

sont actifs à la dose de 1 p. 1000. L'acide sulfurique à 1 p. 50, l'acide azotique à 1 p. 100 tuent, dans l'espace de quelques jours, les spores des bacilles les plus réfractaires. Vallin conseille de recevoir dans une solution semblable d'acide sulfurique les selles de typhoïsants. D'après les recherches de Kitasato (p. 502), la solution pourrait être bien moins forte.

Les fumigations *nitriques* de Carmichael Smith (1780), que l'on pratiquait en ajoutant du nitre pulvérisé à de l'acide sulfurique légèrement chauffé, semblent à Vallin n'avoir été autre chose que des vapeurs d'*acide hypoazotique*.

Aujourd'hui on se sert de l'acide hypoazotique, dégagé par l'action d'un mélange d'eau et d'acide azotique sur la tournure de cuivre. Quand cet acide a oxydé les matières organiques, il redevient bioxyde d'azote; mais celui-ci, à l'air, repasse à l'état d'acide hypoazotique. On place ordinairement la tournure de cuivre dans le mélange d'eau et d'acide azotique après avoir pris la précaution de l'envelopper dans du papier gris. On a soin également de commencer par la terrine la plus éloignée. Les vapeurs rutilantes sont très dangereuses à respirer. L'acide hypoazotique tue assez bien les bactéries et pénètre dans les coins et fissures; mais il est mortel aux linges, effets, métaux, meubles.

Gérard et Pabst ont proposé de le remplacer par l'acide *nitro-sulfurique*, ou vapeurs d'acide nitreux dissoutes dans l'acide sulfurique, que l'on recueille des chambres de plomb. On imprégnerait, par exemple, d'acide sulfurique nitreux une petite quantité de coke placé dans un appareil en grès et adapté au tuyau d'évent des latrines, etc. Ce moyen détruit surtout les gaz infects (par oxydation); ces gaz étant essentiellement des hydrocarbures.

On a encore conseillé l'*éther nitreux* ou azotite d'éthyle, qu'on obtient sans danger, à l'état de vapeurs agréables, en mélangeant 400 parties d'alcool et 100 parties d'acide azotique (Peyrusson, de Limoges). Vallin a contrôlé les effets de cet agent : il est bon antiseptique, mais assez peu désinfectant et rouille énergiquement les métaux. En somme, « la désinfection par l'éther azoteux ne paraît pas avoir d'avantages très marqués et reste au-dessous de ce que la théorie permettait d'en espérer.

L'*acide phénique* ou *carbolique*, vanté en France par Déclat, avant que Lister en eût fait l'agent par excellence de l'antisepsie chirurgicale, est peu soluble dans l'eau, mais assez soluble dans l'alcool et dans l'huile. C'est un toxique incontestable, comme le prouvent les accidents qui se montraient autrefois dans les lavages de la plèvre avec l'eau phéniquée et ceux qui se présentent dans le traitement de la fièvre typhoïde par l'acide phénique en lavement ($0^{gr},50$ à 1 gramme par lavement, 4 à 6 fois par jour).

Lister a deux solutions ; l'une *forte*, à 5 p. 100; l'autre *faible*, à 2,5 p. 100. D'autre part, on pulvérise les solutions dans l'air autour des opérés (*spray*).

Les recherches de Perrin et Marty tendent à prouver que le spray ne purifie point de bactéries l'air des salles d'hôpital.

L'efficacité désinfectante de l'acide phénique n'a point paru élevée à Wernich, Sternberg, Gosselin, A. Bergeron, John Dougall, Parkes. Les solutions concentrées seules leur semblaient immobiliser les bactéries et les empêcher de se multiplier. Jalan de la Croix constate que, dans du jus de viande ensemencé de bactéries, celles qui ont pullulé ne sont tuées que par 1 sur 22 d'acide phénique. Pour que les germes contenus dans ce liquide

deviennent incapables de se reproduire dans un milieu convenable, il faut la proportion énorme de 1 d'acide pour 2,6 du mélange. « L'acide phénique, dit John Dougall, est un antiseptique, mais non un désinfectant, il embaume la matière organique, la conserve, retarde la fermentation et la putréfaction; mais bientôt, en se volatilisant, il abandonne la matière infectieuse sur laquelle il était fixé et lui restitue toute son activité. »

Pourtant l'acide phénique ne bout qu'à 180° et ne se volatilise pas très facilement (Schotte et Gärtner).

Les essais de Baxter, J. Dougall, Dreyer, Davaine, sur les virus vaccin et charbonneux ont montré que l'acide phénique ne détruit ces virus qu'à forte dose.

Les auteurs, toutefois, ne sont pas d'accord sur les proportions sous lesquelles il arrête la *croissance* des bactéries. Koch porte ces proportions à 1 sur 850, tandis que Batimoff les restreint à 1 sur 400 et Miquel à 1 sur 313.

Quant aux proportions sous lesquelles il tue les microorganismes, Gärtner et Plagge les fixent à 3 p. 100, avec 8 secondes d'application, pour tous les parasites mentionnés à la page 494; les microbes de l'ostéomyélite et de la méningite exigent 30 à 45 secondes avec la solution à 2 p. 100. A 1 p. 100, l'acide phénique n'agit rapidement que sur les bacilles de la morve et ceux du charbon. Les solutions aqueuses à 5 p. 100 détruisent en *quelques jours* (Flügge) les formes résistantes. Les bactéries asporées sont tuées par des solutions à 3 p. 100 après un temps très court. L'acide phénique, n'étant pas coagulant, est plus propre que le sublimé à désinfecter, par exemple, les crachats de phtisiques.

En ce qui concerne l'action des vapeurs d'acide phénique, Schotte et Gärtner ont montré que les bactéries de liquides contenus dans des vases largement ouverts, placés à 2 mètres au moins du sol, n'étaient détruites que par la volatilisation rapide (300 grammes en 25 minutes) de $7^{gr},50$ d'acide phénique par mètre cube; quand la volatilisation se faisait plus lentement, la destruction était moins certaine. — La désinfection réussit mieux quand les tissus exposés sont humides. — A ce taux, une petite salle de huit malades, mesurant 300 mètres cubes, dépenserait $4^{kil},500$ d'acide phénique.

Acide sulfureux. — Ce désinfectant a eu un moment de très grande vogue et a même été, si l'on peut dire, le désinfectant *officiel*, grâce aux études de Vallin et au patronage de Dujardin-Beaumetz. En fait, il détruit une bonne part des microorganismes développés, sinon leurs spores, quand on a soin de le faire agir dans des espaces bien clos après humectation de l'atmosphère. Personnellement, il nous a semblé, au temps où la sulfuration des locaux suspects était encore usuelle dans l'armée, que cette pratique ne coupait pas court brusquement aux épidémies de scarlatine, de rougeole, de fièvre typhoïde, mais qu'elle retardait la réapparition des cas et les rendait plus rares.

On brûle de 25 à 30 grammes de soufre par mètre cube dans le local à désinfecter, en ayant soin d'en arroser d'eau le sol au préalable et d'en obturer exactement tous les joints et les fissures. On peut y laisser les linges, effets, literies, mais aucun tissu coloré ni aucun objet de métal.

En réalité, il est assez difficile de faire brûler tout le soufre et, rien que par la porosité des plafonds et des murailles, il se perd de 40 à 90 p. 100 de l'acide sulfureux produit. Les tissus sont attaqués très inégalement et, là où ils le sont avec énergie, ils sont hors de service. Depuis les recherches de Wolffhügel (1881), cet agent a beaucoup perdu de sa réputation. — « L'acide sulfureux, même à la dose presque inapplicable de 10 vol. sur 100, est un moyen incertain de destruction des spores; l'humectation ne suffit même pas à assurer le succès... »

Miquel n'a pu réussir à détruire la vie des germes contenus dans la poussière en faisant brûler du soufre jusqu'à extinction dans un vase de verre hermétiquement clos, même après un contact de 20 jours.

Chaux. — Dans ces derniers temps, Liborius a fait connaître des résultats intéressants sur l'action désinfectante de la chaux, substance qui est vulgairement employée depuis si longtemps pour le traitement des matières putrides et spécialement des eaux d'égout. L'auteur emploie une solution de chaux à 0,123 et jusqu'à 0,134 p. 100. Si l'on mélange 50 centimètres cubes de cette eau de chaux à 25 centimètres cubes de bouillon putréfié, le dépôt qui s'est formé au bout de vingt-quatre heures n'est plus capable d'ensemencer la gélatine. Les bacilles typhiques sont rapidement tués par une proportion de 0,0074 de chaux. Pour détruire les bacilles du choléra, il faut faire agir pendant six heures 100 centimètres cubes d'eau de chaux sur 400 centimètres cubes de culture.

La chaux vive, dont le prix est, du reste, minime, serait un excellent désinfectant de la fièvre typhoïde et du choléra, au dire de S. Kitasato. Cet auteur n'a pas obtenu des résultats aussi brillants que Liborius, parce qu'il a expérimenté sur des bouillons non dilués; néanmoins, la chaux, après quatre à cinq heures d'action, a détruit les bacilles typhiques à la dose de 0,0966 p. 100 et les spirilles du choléra à 0,1004 p. 100. La *potasse*, la *soude*, l'*ammoniaque*, la *baryte* et leurs sels n'agissent qu'à des doses plus fortes ou beaucoup plus fortes. On ne peut lui comparer que le plus efficace de tous les acides, l'*acide sulfurique*, qui tue le bacille typhique à 0,08 p. 100 et la spirille du choléra à 0,049 p. 100.

Naphtol. — Ch. Bouchard et Maximowitch annoncent, en ce moment même, les propriétés désinfectantes très élevées (aux doses de quelques dix-millièmes) des naphtols β et surtout α.

Applications. — Les applications essentielles, et cela constitue un faisceau énorme, de nos connaissances à l'égard des antiseptiques et des désinfectants, se résument en la *prophylaxie des maladies infectieuses*, en tant que l'on mettra d'abord à part et sur un plan supérieur l'hygiène commune, visant à la pureté des milieux et à l'élévation de la vitalité humaine, et les méthodes de vaccination, dont la vaccine de Jenner est jusqu'aujourd'hui la seule réalisation parfaite chez l'homme.

Les *quarantaines* et l'*isolement*, dont nous nous occuperons plus loin, sont déjà de l'antisepsie. A la vérité, c'est une antisepsie ruineuse, éminemment difficile à rendre complète et qui tend à se démoder.

Nous n'indiquerons ici, sommairement, que les mesures à prendre lorsqu'une maladie infectieuse existe et qu'il s'agit de l'empêcher de se répandre. Ces mesures, comme on doit le prévoir d'après les propriétés que nous avons reconnues aux microorganismes pathogènes, varient quelquefois, mais ont cependant des caractères généraux.

Mesures générales. — Elles s'adressent aux excrétions du malade qui renferment les agents infectieux et, par suite, à tous les objets qu'elles auront pu souiller, linges, literie, etc. Il est presque toujours salutaire de conserver ces excrétions à l'état humide et de plonger dans une eau, désinfectante ou non, les linges provenant du malade, lesquels se dessèchent vite à la chaleur d'un fébricitant; au moins, aucun microbe ne s'en détache dans l'air, tant que les surfaces sont mouillées. Flügge pense que cette précaution est inutile dans le choléra; nous la prendrions néanmoins. On devra imperméabiliser toutes les surfaces d'absorption, obturer tous les réservoirs de bactéries, protéger les parquets et les murs que l'on ne pourrait rendre imperméables et les laver au sublimé ou à l'acide phénique. On coule très bien une solution désinfectante dans les entrevous, par les fissures du plancher, au moyen d'un arrosoir de petit calibre. L'entourage doit observer la plus stricte propreté, user souvent des lotions au sublimé ou à l'acide phénique, ne pas porter au dehors les vêtements sous lesquels il aura séjourné près du malade; bref, ne transporter dans aucun autre point de l'habitation ni au dehors les contages qu'il aura pu recueillir du patient.

Il est élémentaire d'écarter les individus en puissance de la réceptivité naturelle ou acquise. Les jeunes gens n'ayant pas eu la fièvre typhoïde ne resteront pas autour d'un typhoïsant, les individus atteints de diarrhée ne seront pas admis à soigner les cholériques.

Mesures spéciales. — Dans les exanthèmes aigus, la ventilation dilue les germes spécifiques que le malade répand dans la pièce; il est prudent, en outre, de fixer ces germes en humectant la peau du patient avec un corps gras. Lorsque les microbes spécifiques sont dans les déjections intestinales, les précautions doivent tendre particulièrement à les détourner de l'eau de boisson et de toute matière alimentaire, sans préjudice de celles que l'on prendra pour que rien de ces déjections ne se dessèche sur un point de l'habitation ou de ses dépendances.

Les matières excrémentitielles sont justiciables de l'acide phénique (à 5 p. 100), qui ne coagule point; seulement il faut laisser le contact se prolonger vingt-quatre heures. On pourrait se servir de l'acide chlorhydrique fumant. Chaque déjection doit être traitée isolément; les vases doivent être rincés avec les mêmes solutions. Le corps du malade, dans les points où il est souillé de ses déjections, sera lotionné à la solution phéniquée ou à celle de bichlorure. C'est encore l'acide phénique que l'on emploiera, de préférence au sublimé, pour traiter les crachats et les matières purulentes.

Les linges de corps, de lit, à pansement, la literie, les couvertures, les vêtements de drap, les rideaux, les tapis, etc., sont désinfectés par la chaleur humide, en d'autres termes dans les étuves à vapeur. On est obligé de se borner aux lotions phéniquées ou hydrargyriques pour le cuir, le caout-

chouc, le cadre des sommiers, les bois de lit, les meubles, le parquet. La solution faible d'acide phénique est employée pour nettoyer le siège, la cuvette, le tuyau de chute des latrines; l'acide chlorhydrique pour désinfecter les fosses mobiles et les fosses fixes de petites dimensions. Il faut renoncer à désinfecter les grandes (Flügge).

Bibliographie. — Microorganismes et leur physiologie. — PASTEUR : *Sur les maladies virulentes et en particulier sur la maladie appelée vulgairement choléra des poules* (Acad. méd., 10 février 1880). — PASTEUR, CHAMBERLAND et ROUX : *Expériences faites à Pouilly-le-Fort sur la vaccination charbonneuse* (Archiv. vétérinaires, n° 5, 1881). — TALAMON : *Le microbe de la diphthérie* (Progrès médical, 12 février 1881). — TOUSSAINT : *La culture artificielle du microbe tuberculeux. — Sur le parasitisme de la tuberculose* (Acad. scienc., août 1881). — JOLYET : *Sur les microbes normaux du sang* (Rev. d'hyg., III, p. 706, 1881). — BOUCHARD (Ch.) : *Des néphrites infectieuses* (Rev. de méd., p. 671, 1881). — KOCH (Robert) : *Zur Untersuchung von pathogenen Organismen* (Mittheilungen aus d. k. Gesundheitsamte. I, 1881). — GAFFKY (G.) : *Experimentell erzeugte Septicämie mit Rücksicht auf progressive Virulenz und accommodative Züchtung* (*Ibid.*, p. 80, 1881). — EBERTH (G. J.) : *Neue Untersuchungen über den Bacillus des Abdominaltyphus* (Virchow's Archiv, Bd LXXXIII, 1881). — BUCHNER (Hans) : *Ueber die Wirkungen der Spaltpilze im lebenden Körper* (Zur Ætiologie der Infectionskrankheiten. München, 1881). — BALZER : *Dégénérescence granulo-graisseuse des tissus dans les maladies infectieuses* (Acad. méd., 10 janvier 1882). — BESNIER (E.) et BALZER (F.) : *Les Dermatomycoses* (Gaz. hebdom., p. 326, 1882). — MARTINEAU (L.) et HAMONIE : *De la bactéridie syphilitique* (Gaz. hebdomad., n° 36, 1882). — PASTEUR : *Sur le rouget ou mal des porcs* (Acad. scienc., 4 décemb. 1882). — GIBOUX : *Inoculabilité de la tuberculose par la respiration des phthisiques* (Acad. scienc., 22 mai 1882). — KOCH (Robert) : *Der bestimmte Nachweis des organischen Krankheitsgiftes der Tuberculose* (Deut. medic. Wochenschrift, n° 15, 1882). — PONFICK : *Die Actinomycose des Menschen*. Berlin, 1882. — VIGNAL (W.) : *Bactéries du tubercule* (Gaz. médic., n° 28, 1882). — CHAUVEAU (A.) : *Étude expérimentale des conditions qui permettent de rendre usuel l'emploi de la méthode de M. Toussaint pour atténuer le virus charbonneux et vacciner les espèces animales sujettes au sang de rate* (Acad. scienc., 26 juin 1882). — GESSARD (L.) : *De la pyocyanine et de son microbe*. Thèse de Paris, 1883. — PASTEUR : *Résultats des vaccinations charbonneuses pratiquées en juillet, août et septembre* 1881 (Archiv. vétérinaires, n° 5, 1882). — DU MÊME : *De l'atténuation des virus* (Congrès internat. d'hygiène, à Genève, 5 septembre 1882). — LOEFFLER und SCHÜTZ : *Ueber den Rotzpilz* (D. medic. Wochenschrift, n° 52, 1882). — BOUCHARD, CAPITAN et CHARRIN : *Sur la culture du microbe de la morve et sur la transmission de cette maladie à l'aide des liquides de culture* (Acad. méd., 26 décemb. 1882). — PASTEUR et THUILLIER : *La vaccination du rouget des porcs à l'aide du virus mortel atténué de cette maladie* (Acad. méd., 27 novemb. 1883). — ARLOING, CORNEVIN et THOMAS : *Conservation et destruction de la virulence du charbon symptomatique* (Soc. Biologie, 16 juin 1883). — BABES : *Comparaison entre les bacilles de la tuberculose et ceux de la lèpre* (Acad. scienc., avril 1883). — BÉCHAMP : *Les microzymas*. Paris, 1883. — STRAUS (I.) : *Du rôle des microorganismes dans la production de la suppuration* (Soc. biologie, 15 décembre 1883). — CORNIL : *Sur l'anatomie pathologique du phlegmon et en particulier sur le siège des bactéries dans cette affection* (Acad. scienc., 24 décemb. 1883). — LEYDEN : *Die Mikrokokken der cerebrospinal Meningitis* (Centr.-blatt f. klin. Medic., n° 10, 1883). — MALASSEZ (L.) et VIGNAL (W.) : *Sur une forme de tuberculose sans bacilles* (Soc. biologie, mai 1883). — COCHEZ (A.) : *De la recherche des bacilles de la tuberculose dans les crachats* (Soc. biologie, 19 mai 1883). — MALASSEZ : *De la tuberculose zoogléique* (Soc. biologie, 15 juin 1883). — LE MÊME et VIGNAL (W.) : *Tuberculose zoogléique* (Gaz. médic., n° 49, 1883). — LES MÊMES : *Persistance de la puissance pathogénique des bacilles dans les crachats desséchés des phthisiques* (Soc. biologie, 15 décemb. 1883). — CHAUVEAU : *Du rôle respectif de l'oxygène et de la chaleur dans l'atténuation du virus charbonneux par la méthode de M. Pasteur* (Gaz. hebdomad., p. 372, 1883). — FOURNIER (E.) : *Les Schizomycètes au point de vue médical* (Gazette hebdomad., p. 69, 1884). — MALASSEZ et VIGNAL : *Sur le microorganisme de la tuberculose zoogléique* (Archives de physiologie, août 1884). — TAYON : *Le microbe de la fièvre typhoïde*. — CHAUVEAU : *De l'atténuation des cultures virulentes par l'oxygène comprimé* (Gaz. hebdomad., p. 366, 1884). — WELANDER (Ed.) : *Quelques recherches sur les microbes pathogènes de la blennorrhagie* (Gaz. médic., p. 267, 1884). — ARLOING (A.) : *Contribution à l'étude de l'agent virulent de la septicémie puerpérale* (Acad. scienc., 26 mai 1884). — DEPÉRET (Ch.) et BOINET (Ed.) : *Du bouton de Gafsa au camp de Sathonay* (Arch. de méd. milit., III, p. 296, 1884). —

Duclaux : *Étude d'un microbe rencontré sur un malade atteint du clou de Biskra* (Acad. méd., 10 juin 1884). — Paul (C.) : *Micrococcus de la blennorrhagie* (Société de thérapeutique, 1884). — Boinet et Depéret : *Nouveaux faits relatifs à l'histoire du bouton de Gafsa* (Arch. de méd. milit., IV, p. 425, 1884). — Klado : *Des microbes en bâtonnets de la diarrhée infantile* (Soc. Biologie, 1884). — Straus : *Recherches sur le choléra* (Acad. méd., 5 août 1884). — Emmerich (Rud.) : *Ueber die Cholera in Neapel und die in Choleraleichen und Cholerakranken gefundenen Pilze* (Archiv f. Hygiene, II, p. 412, 1884). — Koch (R.) ; *Ueber die Cholerabakterien* (Deut. medic. Wochenschrift, 1884). — Finkler und Prior : *Beiträge zum Studium des Mikroben der asiatischen Cholera* (Breslauer ärztl. Zeitschrift, VI, p. 269, 1884). — Chairy : *De l'action des agents chimiques sur les bactéries du genre Tyrothrix* (Acad. scienc., 1er décemb. 1884). — Rosenbach (Jul.) : *Mikroorganismen bei den Wundinfectionskrankheiten des Menschen.* Wiesbaden, 1884. — Klein : *Microorganisms and disease*, 1884. — Marpman (G.) : *Die Verbreitung von Spaltpilzen durch Fliegen* (Archiv f. Hyg., II, p. 360, 1884). — Chauveau et Arloing : *Étude expérimentale de la septicémie gangréneuse* (Acad. méd., 6 mai et 3 juin 1884). — Freire (Domingo) : *Le microbe de la fièvre jaune* (Acad. méd., 6 mai 1884). — Grancher : *Du microcoque de l'endocardite ulcéreuse* (Semaine médic., p. 225, 1884). — Cornil : *Microbes de la pneumonie croupale* (Soc. biologie, 31 mai 1884). — Koch : *Die Ætiologie der Tuberculose* (Mittheilungen aus d. k. Gesundheitsamte, II, 1884). — Gaffky : *Zur Ætiologie des Abdominaltyphus* (Mittheilungen aus d. k Gesundheitsamte, II, p. 372, 1884). — Lœffler (Friedr.) : *Untersuchungen über die Bedeutung der Mikroorganismen für die Entstehung der Diphtheria beim Menschen*, etc. (Mittheilungen aus d. k. Gesundheitsamte, II, p. 421, 1884). — Schütz : *Ueber das Eindringen von Pilzsporen in die Athmungswege und die dadurch bedingten Erkrankungen* (Mittheilungen, etc., p. 208, 1884). — Cornil et Alvarez : *Sur les microorganismes du rhinosclérome* (Acad. méd., 31 mars 1885). — Lustgarten : *Die Syphilisbacillen.* Wien, 1885. — Weichselbaum : *Zur Ætiologie der Rotzkrankheit des Menschen* (Wiener medic. Wochenschrift, 21, 24, 1885). — Duclaux : *De la germination des plantes dans un sol exempt de microbes* (Acad. scienc., 5 janvier 1885). — Du même : *Influence de la lumière solaire sur la vitalité des germes ou microorganismes* (Acad. scienc., 12 janvier 1885). — Engel (Fr.) : *Présence du spirochæte Obermeieri en Egypte* (Gaz. hebdomad., p. 47, 1885). — Emmerich (R.) : *Untersuchungen über die Pilze der Cholera asiatica* (Archiv f. Hyg., III, p. 291, 1885). — Buchner (H.) ; *Beiträge zur Kenntniss der Neapeler Cholerabacillus und einigen demselben nahe stehender Spaltpilze* (Archiv f. Hyg., III, p. 361, 1885). — Deneke : *Ueber eine neue den Choleraspirillen ähnliche Spaltpilzart* (D. medic. Wochenschr., n° 3, 1885). — Artaud (G.) : *Étude sur l'étiologie de la fièvre typhoïde.* Paris, 1885. — Socin : *Pathogénie de la suppuration* (Semaine médic., p. 108, 1885). — Passet : *Ueber Mikroorganismen der eitrigen Zellgewebe des Menschen* (Fortschritte der Medicin, n° 2, 1885). — Ferran (J.) : *Sur l'action pathogène et prophylactique du bacille-virgule* (Acad. scienc., 13 avril 1885). — Nepveu (G.) : *Pathogénie des abcès fétides des membres* (Gaz. médic., 1885). — Krause : *Coccus en chainettes de la synovite purulente* (Gaz. médic., p. 187, 1885). — Cornil : *Erysipèle et antisepsie* (Acad. méd., 12 mai 1885). — Boinet : *Note sur le microbe des oreillons* (Archives de méd. milit., n° 10, 1885). — Nicati (W.) et Rietsch (W.) : *Expériences sur la vitalité du bacille-virgule cholérigène* (Rev. d'hyg., VII, p. 353, 1885). — Des mêmes : *Atténuation du virus cholérique* (Acad. scienc., juillet, 1885). — Ferran (J.) : *Prophylaxie du choléra au moyen des injections hypodermiques de cultures pures du bacille-virgule* (Acad. scienc., 13 juillet 1885). — Cornil : *Le microbe de la syphilis et le microbe du smegma preputialis* (Acad. scienc., 10 août 1885). — Galippe : *Un champignon de la salive humaine* (Soc. de biologie, 1885). — Cornil et Babes : *Les bactéries.* Paris, 1885. — Koubassof : *Passage des microbes pathogènes de la mère au fœtus* (Acad. scienc., 6 juillet 1885). — Rosenbach (J.) : *Untersuchungen über die Beziehung kleinster lebenden Wesen zu den Wundinfectionskrankheiten des Menschen.* Wiesbaden, 1885. — Chauveau : *Atténuation du virus du sang de rate* (Acad. scienc., 13 juillet 1885). — Du même : *Inoculation préventive du sang de rate selon la méthode d'atténuation des virus par l'oxygène comprimé* (Acad. scienc., 6 juillet 1885). — Arloing (S.) : *Propriétés zymotiques de certains virus* (Acad. scienc., 26 octobre 1885). — Gerhardt : *Les bacilles de la syphilis* (Semaine médic., p. 400, 1885).— Charrin : *Mécanisme de la maladie pyocyanique* (Semaine médic., p. 400, 1885). — Duclaux : *Non identité des champignons de l'herpès tonsurant, du favus*, etc. (Soc. biologie, 16 janvier 1886). — Héricourt (J.) : *Sur quelques modes de pénétration des microbes pathogènes dans l'organisme* (Gaz. hebdomad., p. 190, 1886). — Fodor (J.) : *Bacterien im Blute lebender Thiere* (Archiv f. Hyg., IV, p. 130, 1886). — Sucksdorff (W.) : *Das quantitative Vorkommen von Spaltpilzen im menschlichen Darmcanale* (Archiv f. Hyg., IV, p. 355, 1886). — Arloing : *Influence du soleil sur la végétation,*

la végétabilité et la virulence des cultures de Bacillus anthracis (Acad. scienc., août, 1886). Wyssokowitsch (W.) : *Ueber die Schicksale der ins Blut injicirten Mikroorganismen im Körper der Warmblüter* (Zeitschr. f. Hyg., I, p. 3, 1886). — Liborius (P.) : *Beiträge zur Kenntniss des Sauerstoffbedürfnisses der Bacterien* (Zeitschr. f. Hyg., I, p. 115, 1886). — Weisser : *Ueber die Emmerich'schen sogenannten Neapeler Cholerabacterien* (Ibid., p. 315, 1886). — Weisser und Frank (G.) : *Mikroskopische Untersuchungen des Darminhaltes von an Cholera asiatica verstorbenen Indiern* (Ibid., p. 379, 1886). — Sirotinin (W.): *Die Uebertragung von Typhusbacillen auf Versuchsthiere* (Ibid., p. 465, 1886). — Fraenkel (E.) und Simmonds (M.) : *Die ätiologische Bedeutung des Typhusbacillus.* Hambourg und Leipzig, 1886. — Seitz : *Bacteriologische Studien zur Typhusätiologie.* München, 1886. — Flügge (C.) : *Die Mikroorganismen mit besonderer Berücksichtigung der Ætiologie der Infectionskrankheiten* 2te. Auflage. Leipzig, 1886. Trad. par Henrijean. Bruxelles, 1887. — Beumer und Peiper : *Bacteriologische Studien über die ätiologiesche Bedeutung der Typhusbacillen* (Zeitschr. f. Hyg., I, p. 489, 1886, et II, p. 110, 1887). — Emmerich (R.) : *Die Heilung des Milzbrandes* (Archiv f. Hyg., VI, p. 442, 1887). — Hartmann (H) : *Ueber die Ætiologie von Erysipel und Puerperalfieber* (Archiv f. Hyg., VII, p. 83, 1887). — Pfeiffer (L.) : *Beiträge zur Kenntniss der pathogenen Gregarinen* (Zeitschr. f. Hyg., III, p. 469, 1887). — Chantemesse (A.) et Widal (F.) : *Recherches sur le bacille typhique et l'étiologie de la fièvre typhoïde* (Archives de physiologie, 1er avril 1887). — Roger : *Des modifications qu'on peut imposer aux fonctions d'un microbe chromogène* (Bulletin médical, n° 72, 1887). — Netter : *Présence du pneumocoque dans la salive de sujets ayant présenté une pneumonie antérieure* (Bull. médic., n° 72, 1887). — Pichenet : *De l'origine animale, bovine, de la scarlatine* (Acad. scienc., 17 octob. 1887). — Biondi (D.) : *Die pathogenen Mikroorganismen des Speichels* (Zeitschr. f. Hyg., II, p. 194, 1887). — Leloir (H.): *Traité de la lèpre.* Paris, 1887. — Netter : *Du microbe de Friedländer et de sa présence dans la salive des sujets sains* (Soc. biologie, décemb. 1887). — Chantemesse : *La pneumonie contagieuse des porcs* (Ibid.). — Galippe : *Sur la présence de microorganismes dans les tissus végétaux* (Soc. Biolog., 25 juin 1887). — Chantemesse : *Bactériologie du bouton du Nil ou de Biskra* (Soc. anatomique, octob. 1887). — Poncet (F.) : *Note sur le clou de Gafsa* (Annal. de l'Institut Pasteur, I, p. 518, 1887). — Duclaux : *Sur les phénomènes généraux de la vie des microbes* (Ibid., I, p. 145, 1887). — Metschnikoff : *Sur la lutte des cellules de l'organisme contre l'invasion des microbes* (Annal. de l'Institut Pasteur, I, p. 321, 1887). — Nocard et Roux : *Sur la récupération et l'augmentation de la virulence de la bactérie du charbon symptomatique* (Ibid., I, p. 257, 1887). — Roux et Chamberland : *Immunité contre la septicémie, conférée par des substances solubles* (Ibid., I, p. 561, 1887). —Verujski (D.) : *Recherches sur la morphologie et la biologie du Tricophyton tonsurans, et de l'Achorion Schœnleinii* (Ibid., p. 369, 1887). — Cadéac et Mallet : *Étude expérimentale de la transmission de la tuberculose par l'air expiré et l'atmosphère* (Revue de méd., p. 545, 1887). — Laveran (A.) : *Des hématozoaires du paludisme* (Ann. Inst. Pasteur, p. 266, 1887). — Ernst (P.) : *Ueber einen neuen Bacillus des blauen Eiters* (Zeitschr. f. Hyg., II, p. 369, 1887). — Cahen (F.): *Ueber das Reductionsvermögen der Bacterien* (Zeitschr. f. Hyg., II, p. 386, 1887). — Pfeiffer (L.) : *Das Vorkommen der Marchiafava' schen Plasmodien im Blute von Vaccinirle und von Scharlachkranken* (Ibid., II, p. 397, 1887). — Guignard et Charrin : *Sur les variations morphologiques des microbes* (Acad. scienc., 12 décemb. 1887). — Chantemesse et Widal : *Immunité contre le virus de la fièvre typhoïde conférée par des substances solubles* (Soc. biolog., 2 mars 1888). — Charrin et Roger : *Pseudo-tuberculose bacillaire* (Acad. scienc., 9 avril 1888). — Cornil : *Les microbes de la dysenterie épidémique* (Acad. méd., 17 avril 1888). — Rietsch et Jobert : *Épidémie des porcs à Marseille* (Acad. scienc., 9 avril 1888). — (Voy. aussi, aux chap. Sol, Eau, Atmosphère, la Bibliographie des *Microorganismes dans les milieux*).

Ptomaïnes. — Zuber (C.) : *Les ptomaïnes. Leur importance au point de vue de la toxicologie et de la pathologie générale* (Gazette hebdomad., n° 28, 1881). — Brouardel et Boutmy : *Sur un réactif propre à distinguer les ptomaïnes des alcaloïdes végétaux* (Acad. méd., mai-juin, 1881). — Gautier (A.) : *Présentation de produit chimique* (Acad. méd., 28 février 1882). — Du même : *Sur la découverte des alcaloïdes dérivés des matières protéiques animales* (Acad. scienc., 17 avril 1882). — Le même et Étard (A.) : *Mécanisme de la fermentation putride des matières protéiques* (Acad. scienc., 15 mai 1882). — Reclus (Paul) : *Les urines ammoniacales* (Gaz. hebdom., p. 701, 1883). — Rietsch et Nicati : *Odeur et effets toxiques des produits de la fermentation produite par les bacilles en virgule* (Acad. scienc., 24 novemb. 1884). — Brieger : *Ueber Ptomaïne.* Berlin, 1885. — Du même : *Weitere Untersuchungen über Ptomaïne.* Berlin, 1885. — Berdez : *Principes toxiques contenus dans les cultures du bacille-virgule* (Semaine médic., p. 383, 1885). — Jeannel et Laulanié : *Recherches sur le rôle respectif des ptomaïnes et des microbes dans*

la pathogénie de la septicémie (Gazette hebdomad., n° 39, 1885). — Le Bon (G.) : *Genèse du choléra dans l'Inde et action des ptomaïnes volatiles* (Acad. scienc., 21 septemb. 1885). — Brieger (L.) : *Ueber basische Produkte in der Miesmuschel* (D. medic. Wochenschr., n° 53, 1885). — Bitter (H.) : *Ueber die Fermentausscheidung der Koch' schen Vibrio der Cholera asiatica* (Archiv f. Hyg., V, p. 241, 1886). — Gautier (A.) : *Sur les alcaloïdes dérivés de la destruction bactérienne ou physiologique des tissus animaux* (Acad. méd., 12-19 janvier 1886). — Debierre (Ch.) : *Les maladies infectieuses. Microbes, ptomaïnes et leucomaïnes.* Paris, 1888.

Désinfectants. — Sternberg (G. W.) : *Experiments designed to best the value of certain gaseous and volatil desinfectants* (National Board of Health Bulletin, I, p. 219, 1880). — Schotte und Gærtner : *Wie viel Carbolsäure oder wie viel schweflige Säure in Gasform ist nöthig zur Tödtung kleinsten Lebens?* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg, XII, p. 337, 1880). — Koch (R.) : *Ueber Desinfection* (Mittheilungen aus d. k. Gesundheitsamte, I, p. 234, 1881). — Koch (R.) und Wolffhügel (G.) : *Untersuchungen über die Desinfection mit heisser Luft* (Ibid., p. 401, 1881). — Koch (R.) Gaffky (G.) und Lœffler (F.) : *Versuche über die Verwerthbarkeit heisser Wasserdämpfe zu Desinfectionszwecken* (Ibid., p. 322, 1881). — Wolffhügel und Knorre (G. v.) : *Zu der verschiedenen Wirksamkeit von Carbol-Œl und Carbol-Wasser* (Ibid., p. 352, 1881). — Wolffhügel : *Ueber den Werth der schwefligen Säure als Desinfectionsmittel* (Mittheilungen aus d. k. Gesundheitsamte, I, p. 188, 1881). — Herscher (Ch.) : *Des appareils à désinfection par l'air chaud* (Rev. d'hyg., III, p. 585, 1881). — Krajewski (A.) : *Ueber die Wirkungen der gebräuchlisten Antiseptica auf einige Contagien* (Archiv f. experim. Pathol. und Pharmakol., XIV, p. 139, 1881). — Heydenreich und Beilstein (F.) : *Ueber die Werthbestimmung von Desinfectionsmittel* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundpflg. XIII, p. 257, 1881). — Eyselein (O.) : *Ueber Torfstreu und Torfmull als Desinfections-und Düngemittel* (Ibid., p. 266, 1881). — Peyrusson : *Des germes morbides et de leur destruction au moyen des vapeurs d'azotite d'éthyle* (Journal de la Soc. de médecine de la Haute-Vienne, avril 1881). — Guillaumet (J.-A.) : *De l'azotite d'éthyle et de son emploi médical, antiseptique et désinfectant.* Thèse de Bordeaux, 1881. — Czernicki : *Note sur l'assainissement du quartier du Palais à Avignon* (Rec. de mém. de méd. milit., t. XXXIII, 1881). — Granjux : *De la désinfection dans les quartiers militaires* (Rev. milit. de méd. et de chir., n° 10, 1882). — Vallin (E.) : *Recherches sur la valeur désinfectante de l'éther azoteux* (Rev. d'hyg., IV, p. 207, 1882). — Bert (P.) et Regnard (P.) : *Action de l'eau oxygénée sur les matières organiques et la fermentation* (Acad. scienc., 22 mai 1882). — Hassler : *Du pansement par l'iodoforme* (Gaz. hebdomad., n°s 30 et 32, 1882). — Vallin (E.) : *La désinfection des amphithéâtres d'anatomie* (Rev. d'hyg., IV, p. 639, 1882). — Lebon (G.) : *Sur les propriétés des antiseptiques, et des produits volatils de la putréfaction* (Acad. scienc., 31 juillet 1882). — Merke (H.) : *Ueber Desinfectionsapparate und Desinfections Versuch* (Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medic. und öff. Gesundhpflg., t. XXXVII, 1882). — Miquel (P.) : *Antiseptiques et bactéries* (Semaine médic., p. 222, 1883). — Rohart : *Faits et résultats pour servir à la démonstration des nouvelles propriétés du sulfate ferrique* (Acad. scienc., 11 juin 1883). — Dubujadoux : *De l'antisepticité de l'iode en présence des matières albuminoïdes* (Gaz. hebdomad., 15 juin 1883). — Schlumberger : *L'oxyde manganique et ses propriétés désinfectantes* (Journal d'hyg., 5 juillet 1883). — Richer : *De la désinfection de l'urine par l'acide chlorhydrique* (Soc. biol., 1 juin 1883). — Kocher (Th.) : *Du pansement antiseptique au chlorure de zinc* (Rev. de chirurg., 10 juillet 1883). — Vallin (E.) : *Les nouvelles étuves à désinfection* (Rev. d'hyg., V, p. 374, 1883). — Pictet (R.) et Yung (E.) : *De l'action du froid sur les microbes* (Acad. scienc., 24 mars 1884). — Charpentier : *Sur l'emploi du sulfate de cuivre comme désinfectant en obstétrique* (Acad. méd., 4 mars 1884). — Fischer (B.) und Proskauer(B.) : *Ueber die Desinfection mit Chlor und Brom* (Mittheilungen aus. d. k. Gesundheitsamte, II, p. 228, 1884). — Schill (Eund.) Fischer (B.) : *Ueber die Desinfection des Auswurfes der Phthisiker* (Mittheil. aus. d. k. Gesundheitsamte, II, p. 131, 1884). — Koch (A.) : *La désinfection par l'eau bouillante* (Rev. d'hyg., VI, p. 697, 1884). — Ricklin (E.) : *Des inconvénients et des dangers pouvant résulter de l'emploi du sublimé comme agent d'antisepsie* (Gaz. méd., p. 330, 1885). — Herscher (Ch.) : *Note sur les étuves à désinfection* (Rev. d'hyg., p. 731, 1885). Kœnig : *Die Desinfection inficirten Wohnungen* (Centr. bl. f. Chirurg., p. 197, 1885). — Leduc (Stéph.) : *Note sur une nouvelle étuve à désinfection* (Rev. d'hyg., VII, p. 826, 1885). — *Der neue Desinfectionsapparat in Düsseldorf von Walz und Windscheid* (Centr. bl. f. allgem. Gesundhpflg, V, p. 426, 1886). — Beissel : *Bericht über die Versuche, welche mit dem von Walz und Windscheid Desinfectionsapparate amgestellt wurden* (Ibid.), p. 438, 1886). — Heraeus(W.) : *Sublimatdämpfe als Desinfectionsmittel* (Zeitschr. f. Hyg., I, p. 235, 1886). — Kreibohm : *Zur Desinfection der Wohnräume mit Sublimatdämpfen* (Zeitschr. f. Hyg., p. 363, 1886). —

HENRY (Edm.) : *Note sur les perfectionnements à introduire dans la construction et dans la conduite des étuves désinfectantes à vapeur sous pression* (Rev. d'hyg., VIII, p. 852, 1886). — LEMOINE (G.) : *De l'antisepsie médicale.* (Thèse d'agrégation. Paris, 1886). — GRANCHER : *Expériences physiologiques sur la résistance des microbes à la chaleur des étuves* (Rev. d'hyg., VIII, p. 182, 1886). — VINAY : *De la valeur pratique des étuves à désinfection* (Lyon médical, n° 52, 1886). — ESMARCH (E.) : *Der Keimgehalt der Wände und ihre Desinfection* (Zeitschr. f. Hyg., II, p. 491, 1887). — WOLFFHÜGEL (G.) : *Ueber Desinfection mittels Hitze* (Gesundheits-Ingénieur, n° 1, 1887). — LIBORIUS (P.) : *Einige Untersuchungen über die desinficirende Wirkung des Kalkes* (Zeitschr. f. Hyg., II, p. 15, 1887). MERKE (H.) : *Mittheilungen über Betriebsergebnisse des ersten öffentlichen Desinfections-anstalt der Stadt Berlin und über ein neues Contactthermometer* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg, XIX, p. 311, 1887). — PISTOR (M.) : *Einige Bemerkungen zu der von dem königl. Polizeipräsidium in Berlin unter d. 7 Februar d. J. erlassenen Anwendung zum Desinfectionsverfahren bei Volkskrankheiten* (D. Vierteljahr. f. öff. Gesdpflg., XIX, p. 318, 1887). — ESMARCH (E.) : *Der Henneberg'sche Desinfector* (Zeitschr. f. Hyg., II, p. 332, 1887). — RIEDLIN (G.) : *Versuche über die antiseptische Wirkung des Iodoforms, der ätherischen Œle und einiger anderer Substanzen und über das Eindringen gasförmiger Antiseptica in Gelatine* (Archiv f. Hyg., VII, p. 309, 1887). — KITASATO (Shibosaburo) : *Ueber das Verhalten der Typhus und Cholerabacillen zu Säure oder alkalihaltigen Nährböden* (Zeitschr. f. Hyg., III, p. 404, 1887). — KRUPIN (S. T.) *Ueber Desinfection von Wohnräumen* (Ibid., III, 219, 1887). — WASSILJEW (N.-P.) : *Die Desinfection der Choleradejectionen in Hospitälern* (Ibid., III, p, 237, 1887). — HERSCHER (Ch.) : *Note sur une étuve locomobile à désinfection* (Rev. d'hyg., IX, p. 738, 1887). — VINAY (C.) : *De l'asepsie en obstétrique* (Lyon médical, 8 juillet 1887). — PROUST (A.) : *La désinfection à bord* (Acad. méd., 1er février 1887). — RICHARD et LÖFFLER : *La pratique de la désinfection* (Congrès internat. d'hyg. de Vienne, 1887). — MAXIMOWITCH (J.) : *Des propriétés antiseptiques du naphtol α.* (Acad. scienc., 30 janvier 1888). — DUVAL : *Note sur la désinfection au Mont-de-Piété de Paris* (Rev. d'hyg., X, p. 304, 1888). — SALOMONSEN (C. J.) und LEVISON (F.) : *Versuche mit verschiedenen Desinfections-Apparaten* (Zeitschr. f. Hyg., IV, p. 94, 1888).

CHAPITRE V

DES ABRIS ET DU VÊTEMENT

Les *abris* — et le *vêtement*, qui n'est qu'un abri constant et immédiat, — se rattachent étroitement, au point de vue de l'hygiène, aux circonstances atmosphériques dont l'étude a fait l'objet du CHAPITRE III ; celui-ci et ceux-là, en effet, ont pour but de faire échapper l'homme, le plus possible, aux incidents nuisibles ou désagréables des oscillations incessantes de l'atmosphère, quant à ses propriétés physiques.

Tel est le côté positif de la question. Mais ce n'en est pas le seul ni peut-être le plus difficile à résoudre. L'usage des abris, dans les sociétés civilisées, a pris une vaste extension et des caractères que le besoin physiologique ne faisait pas prévoir. Les hommes préhistoriques, lorsqu'ils se réfugiaient dans le creux des arbres, dans des cavernes, sous des huttes improvisées, ne cherchaient pas autre chose qu'une protection contre les écarts de la météorologie, et aussi contre les animaux féroces ; mais, depuis, l'abri de nécessité est devenu une habitude et un objet agréable ; d'accidentel qu'il était, son usage s'est fait permanent ; il a, peu à peu, retenu d'une façon indiscontinue les faibles de la famille, les femmes et les enfants ; puis, les objets et les denrées nécessaires à la vie, réunis par la prévoyance du maître ; puis, des travailleurs dont l'œuvre ni les outils ne pouvaient être exposés aux vicissitudes atmosphériques ; enfin, des ma-

lades, encore moins capables de tolérer impunément le froid ou le chaud, les vents et la pluie. Bref, le tronc d'arbre creux des premiers âges, la caverne des troglodytes (il en existe encore dans les faluns de la Loire, près de Tours), se sont transformés en maisons, en hôtels, en palais, en casernes, en ateliers, en hôpitaux. C'est ce que nous appelons aujourd'hui *l'habitation*.

Or, du moment que l'on y séjourne, l'abri se présente sous un nouvel aspect. Ce n'est plus seulement un appareil destiné à nous rendre presque indifférentes les propriétés physiques de l'atmosphère ; c'est un espace limité, plus ou moins clos, dans lequel la vie même des habitants modifie puissamment la constitution du milieu et fait surgir tout d'un coup une question énorme, celle des *altérations de l'air* dans l'habitation et des moyens de les éviter ou tout au moins de les maintenir au degré compatible avec la santé.

L'idéal de l'habitation serait évidemment une création qui soustrairait l'individu, la famille ou les groupes à l'action des propriétés physiques de l'atmosphère, dans la mesure convenable et rien que dans cette mesure ; en même temps qu'elle permettrait aux intéressés de jouir de l'intégrité parfaite des propriétés chimiques et biologiques de l'air. Toute l'hygiène de l'habitation est là : trouver les moyens de satisfaire à cette double exigence, ce sera résoudre le problème ; et les développements dans lesquels nous allons entrer seront constamment dominés par le souvenir de ces deux objectifs inséparables.

Le *vêtement* est, tout d'abord, comme l'habitation, un moyen de modifier les qualités thermiques ou hygrométriques de l'air ; de même que la maison, il ne doit rien nous faire perdre des actions bienfaisantes de ce milieu. C'est pourquoi nous réunissons les deux objets dans le même chapitre.

I. Choix et préparation du sol des habitations.

Le sol peut avoir des influences directes ou *de contact;* mais les influences indirectes, émanations gazeuses, humectation de l'air, imprégnation putride, sont de beaucoup les plus importantes dans le cas actuel.

Les règles d'hygiène à formuler, relativement au sol destiné à supporter une habitation, sont déjà une application des principes établis au chapitre I[er]. Les influences sanitaires du sol dépendent du conflit, dans ses couches superficielles, de l'air, de l'eau et des matières fermentescibles. L'homme ne saurait être plus étroitement soumis à ces influences ailleurs que dans l'habitation, puisque c'est là qu'il séjourne le plus habituellement et le plus longuement sur une surface limitée, toujours la même. Or il est entendu qu'il n'y a pas à s'occuper directement de l'accès de l'air *extérieur* dans le sol ; d'abord parce que c'est l'agent sur lequel il est le plus difficile d'avoir prise, puis, parce qu'il est inoffensif et plutôt avantageux par lui-même. Il en est autrement de l'air *tellurique*, dont les mouvements ont lieu dans le sens vertical ou horizontal, et dont la pénétration dans nos demeures ne peut être qu'insalubre. Heureusement, les mesures destinées à écarter l'humidité des habitations servent du même coup à diriger en dehors

d'elles le courant de l'air du sol et surtout à prévenir le méphitisme de cet air, lequel est en raison de la fermentation des matières organiques. En ce qui concerne celles-ci, la première indication est de ne pas choisir un sol qui en soit naturellement pénétré, comme le sont les alluvions et toutes les variétés d'humus. Mais, d'une part, on n'a pas toujours le choix, et il arrive que l'hygiéniste, se trouvant en présence du fait accompli, ait précisément à résoudre le problème de l'assainissement de maisons établies en des sols pareils, sans qu'on se soit soucié, à l'origine, des influences sanitaires; d'autre part, le séjour même des humains tend incessamment à imprégner de matières organiques le sol de la maison et de ses alentours, quelle qu'ait été primitivement la nature du terrain.

Éviter cette souillure, instituer des procédés faciles et sûrs d'éloignement des immondices que la vie produira fatalement, c'est un des plus graves soucis de l'hygiène, et l'étude de cet objet capital se rattache à ce chapitre; mais, tout d'abord, il est indiqué et il est de règle de se mettre hors de l'atteinte de l'agent qu'il est le plus facile de régir, c'est-à-dire l'eau du sol, qui, outre son rôle nécessaire et considérable dans la putréfaction, intervient encore comme modificateur des propriétés thermiques et hygrométriques de l'air.

Degrés de convenance du sol. — S'il était donné à l'hygiène de présider à la construction des nouveaux centres habités, de réaliser autant de *Salentes* hygiéniques (Fonssagrives) ou de copier indéfiniment la ville modèle, l'*Hygieia* de Richardson, il est clair que l'on choisirait d'abord le sol de façon à se mettre dans les conditions les plus heureuses et à n'avoir pas une cause d'insalubrité antérieure même à l'installation de la cité. On chercherait un terrain perméable à une grande profondeur, un sol sableux, le gravier, le calcaire léger ; on hésiterait devant le granite, le calcaire compacte, fort salubres, mais très désagréables pour les travaux de construction à accomplir, réfractaires aux plantations d'agrément et autres, et qui, par la prolongation du séjour des hommes, ne seraient pas garantis contre l'encrassement organique de la surface, tandis que la dureté du sol serait un obstacle à la pratique de l'évacuation souterraine des immondices. L'argile serait évitée, d'autant plus rigoureusement qu'elle serait plus pure et plus compacte ; l'argile est peu perméable, mais elle est poreuse et retient énergiquement l'eau. A défaut de mieux, la terre arable et cultivée serait admise, parce que la culture lui a donné un haut degré de légèreté; mais un sol pareil a été imprégné d'engrais, c'est-à-dire de matières organiques en décomposition, et sa légèreté artificielle ne fait rien préjuger de la perméabilité dans la profondeur. D'ailleurs, le premier soin des constructeurs est d'enlever entièrement la couche de terre arable afin d'asseoir les fondations sur un sol moins mobile. A aucun prix l'on ne bâtirait sur les terrains vaseux, limoneux, marécageux, non plus que sur les sols de *remblai* ou de *déblai*, tels que ceux qui sont formés des déchets urbains, des boues amoncelées, des matériaux de démolitions.

Toujours au nom des mêmes principes, l'on n'installerait jamais l'habitation privée ou collective au fond d'une cuvette topographique, ni même

sur la plaine basse. Les souvenirs antiques des temples d'Hygie, bâtis sur les hauteurs, et que les moines des collines romaines ont intelligemment copiés, seraient des préceptes matérialisés.

On ne dépasserait pas une élévation modérée, sur une pente douce, suffisante à favoriser l'écoulement des eaux, sans rendre l'accès de la maison difficile. L'exposition serait ensoleillée et lumineuse, se détournant un peu du soleil de midi. La façade principale fuirait les vents humides et des arbres heureusement placés briseraient les vents froids.

Mais l'espèce humaine est cosmopolite pour le sol comme elle l'est pour le climat ; il n'est pas de terrains qu'elle n'aborde, si disgraciés qu'ils soient ; le sol plat, imbibé, mouvant, de la Hollande est précisément un de ceux où la population est au maximum de densité ; et, dans les villes modernes, on rebâtit incessamment sur les ruines des cités anciennes, en un sol qui s'est exhaussé par l'accumulation des débris de toute sorte et d'immondices séculaires.

C'est la supériorité de l'hygiène moderne qu'elle ne se borne pas à être préventive et qu'elle oublie souvent de l'être pour s'élever jusqu'à la lutte contre les agents destructeurs. Elle n'arrête point les audaces de l'homme ; elle les suit et, dans toutes les situations dangereuses où le place la culture ou l'industrie, elle vient l'aider à rendre indifférents le support et les milieux. Voici comment elle enseigne à épargner à l'habitation l'humidité du sol et les influences de ses souillures, originelles ou secondaires.

Assèchement et blindage du sol. — Étant connues les influences que le sol peut exercer sur l'air circonscrit et plus ou moins immobilisé des habitations qu'il supporte, il semble que l'on puisse arriver à les supprimer ou à rendre le sol indifférent pour l'atmosphère de la maison : 1° en maintenant le niveau de l'eau souterraine au-dessous du sol des locaux les plus bas ; 2° en annulant les échanges entre l'air du sol et l'air intérieur de la maison ; 3° en épargnant au sol, au voisinage de l'habitation, les souillures de surface ou de profondeur (voy. page 94), qui peuvent donner lieu à des fermentations putrides.

1. *Drainage, simple ou double, du sol des habitations.* — Il est convenu, comme l'ont demandé les hygiénistes allemands à Munich (1875), que la nappe souterraine, à son niveau le plus élevé, ne se rapprochera jamais à moins d'un mètre du sol des caves. Si le terrain choisi n'offre pas naturellement cette condition, il ne reste qu'à abaisser et à uniformiser le niveau de l'eau souterraine par le *drainage*, lequel comprend les drains proprement dits et la canalisation des immondices.

Le moins qu'on puisse faire, et c'est le cas pour les habitations isolées, c'est d'établir dans le sol de simples drains, tels qu'on les emploie en agriculture, en les plaçant assez profondément pour que les fondations de la maison ne les atteignent ni ne les écrasent, et en les multipliant, non seulement sous la maison, mais encore dans les alentours, dans une proportion correspondant au degré d'humidité du sol, à la présence d'infiltrations, de sources, etc. Ces drains pourraient, à la rigueur, n'être que du

gravier ou des fragments de pierre; mais il est plus sûr d'employer les tubes en terre cuite. On leur donnera une pente continue et suffisante, et on les fera aboutir, comme d'ordinaire, à un cours d'eau ou à un puits absorbant, creusé assez profondément pour qu'il traverse la couche imperméable. S'il est nécessaire, on placera sous le sol de la cave des lignes de drains, séparées de 4 à 5 mètres, croisant les lignes du système plus profond et recouverts de terre bien tassée.

Ce serait une erreur de croire que l'on s'est fait un sol convenable pour y bâtir, en comblant avec des matériaux solides un terrain creux, où l'eau se collectait, un marécage plus ou moins évident: on a, par ce procédé, simplement recouvert, mais non supprimé le foyer d'émanations.

L'usage de drains uniquement et expressément adaptés à soutirer l'eau tellurique a paru tellement indispensable, que beaucoup d'hygiénistes veulent les associer au système de canaux d'évacuation des eaux de pluies et ménagères (égouts). C'est, en particulier, l'avis de Fonssagrives. La question financière vient ici se mêler aux prescriptions de l'hygiène. Pourtant, il est possible (et il faut le chercher) de satisfaire à celles-ci sans trop aggraver celle-là.

Sur quelques points, on a cru pouvoir réaliser l'association désirée en

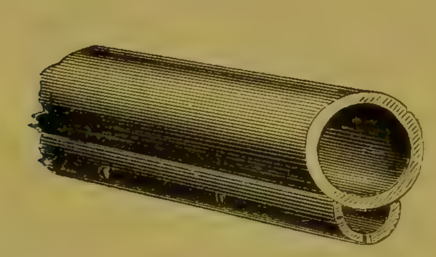


Fig. 92. — *Égout et drain combinés.*

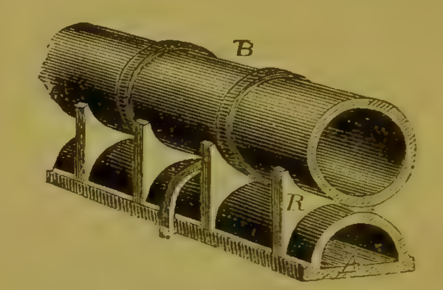


Fig. 93. — *Égout et drain combinés d'Huddersfield* (*).

construisant les tuyaux d'égout de matériaux imperméables dans leur segment inférieur, et perméables à la partie supérieure; celle-ci sert de drain pour l'eau du sol. Mais il arrive que la filtration en sens inverse du but voulu, c'est-à-dire de l'égout vers le sol, l'emporte aisément sur celle qui est utile; cette pratique est condamnée, et l'on fait, avec raison, les égouts absolument étanches (Durand-Claye, Bailey-Denton, etc.).

Toutefois, pour simplifier les travaux, tout en rendant distincts le drain vrai et l'égout, il est possible de les coucher côte à côte dans la même tranchée, et même de les conjuguer de la façon, assez peu répandue sur le continent européen, qui est représentée dans les figures 92 et 93.

Pour la canalisation de Dantzig, Wiebe et Latham ont nettement séparé les deux tuyaux, mais en les renfermant dans la même tranchée, comme le montre la figure 94. Le tuyau d'égout S, en briques ou en poterie, est au fond de la fosse et recouvert d'argile pâteuse C, bien foulée. Sur cette couche d'argile reposent deux lignes de drains ordinaires D, placées de chaque côté de la tranchée et correspondant au niveau moyen de la nappe

(*) A, drain pour l'eau du sol. — B, égout. — R, supports du tuyau d'égout.

souterraine. Le reste de la fosse est comblé avec la terre commune. Une dérogation à ce procédé a été admise sur quelques points, où les tuyaux de drainage ont été remplacés par une simple couche de gravier G, parfaitement perméable (fig. 95).

Lorsque le niveau de la nappe souterraine est par trop près de la surface du sol, on renonce à la maîtriser. Mais l'on en sépare absolument, néanmoins, même l'étage le plus inférieur de la maison. Au lieu de chercher à



Fig. 94. — *Égout et gravier drainant.*



Fig. 95. — *Égout et drains-tuyaux.*

abaisser l'eau souterraine, on élève l'habitation sur pilotis ou sur des assises de maçonnerie, comme cela se pratique sur le sol imbibé de la Hollande et sur quelques plages du littoral allemand.

2. *Asséchement par les égouts.* — Les égouts *unitaires* qui, comme nous l'expliquerons en temps utile, reçoivent les eaux ménagères et les eaux pluviales, sont un puissant moyen d'éloigner l'humidité du sol des habitations. Tout d'abord ils préviennent l'infiltration de ces liquides dans le sol par les interstices du ruisseau de rue. Quand l'installation est complète, le tuyau de chute des eaux pluviales conduit directement celles-ci des chéneaux de la toiture dans le tuyau d'égout, les empêchant aussi de tomber au pied des murs, dans lesquels elles pénétreraient par capillarité. Pour l'eau tombée sur la chaussée, elle gagne la bouche d'égout la plus prochaine et, séjournant peu sur cette surface, n'a pas le temps de s'infiltrer notablement. L'eau qui arrose les jardins est seule dans ce dernier cas.

Mais les canaux ou tuyaux d'égout, bien qu'imperméables, font aussi l'office de drains véritables, en raison de la perméabilité du sol qui les entoure et qui a été rendu meuble par le fait du creusement des tranchées, au fond desquelles reposent les canaux. L'eau circule naturellement avec plus de facilité, le long de la paroi externe de l'égout, la suit par capillarité et fait appel à l'eau des couches plus éloignées. Le fait est, dit von Haselberg, que dans les localités pourvues d'un bon système de canalisation, on ne voit pas le niveau de la nappe souterraine dépasser le segment inférieur des canaux, lors même qu'on aurait négligé de mettre les canaux en rapport avec eux, selon le précepte formulé plus haut. Bien plus, selon Varren-

trapp, à Hambourg, à Francfort-sur-le-Mein (et probablement aussi à Stralsund, puisque c'est von Haselberg qui a dirigé les travaux de canalisation de cette ville), les canaux d'évacuation sont placés fort au-dessous des caves, absolument dans la zone des oscillations de la nappe souterraine, et la terre qui les environne est drainée d'une façon remarquable. On fait cependant ces canaux en briques et ciment ou en poterie vernissée, et l'on se sert de ciment partout où il y a jonction de tuyaux secondaires au canal principal.

Le conseil a été donné (von Haselberg), pour que l'eau souterraine n'arrive jamais à moins d'un mètre au-dessous du sol des caves, de creuser dans celles-ci de petits puits que l'on mettrait en communication par un tuyau de trop-plein, avec les canaux d'égout situés sur un plan plus profond; dès que la nappe souterraine s'élèverait, l'eau s'écoulerait à l'égout et le niveau convenable, par rapport à l'habitation, serait maintenu. A. Müller propose de placer ces puits, en assez grand nombre, dans les rues et dans les cours des maisons; ils se déverseraient à l'égout lorsque le niveau de leur eau serait parvenu à une hauteur déterminée; mais, par ailleurs, il lui semble utile de traverser le sol de drains véritables et de recueillir l'eau souterraine pour les lavages. Ces idées, qui entraîneraient quelque complication, ne semblent pas avoir été souvent mises en pratique.

3. *Asséchement par construction.* — Le principe étant que l'habitation doit reposer sur une « terrasse asséchée », on aura cette terrasse par le fait que le sol aura été drainé convenablement. Si ce drainage manque ou qu'il ait été impossible de le faire suffisant, on arrive encore à obtenir la terrasse asséchée en revêtant le sol sur lequel doit reposer celui de la cave de *plaques d'isolation.* Putzeÿs recommande, pour cet usage, les plaques d'asphalte comprimé, imperméable et extensible. Mais le ciment, le bitume ordinaire, les plaques de plomb, etc., pourraient également être employés (L. Philippe). Cette couche isolante doit naturellement s'étendre jusque sous le pied des murs de la maison, et même, s'il y a lieu, remonter le long des murs, à l'extérieur, au moins jusqu'au niveau de la surface du sol environnant. Parfois on applique sur le sol, lorsque l'effort ascensionnel de l'eau souterraine est énergique, des *voûtes renversées*, dans lesquelles on introduit néanmoins le revêtement d'isolation, courbé et tournant sa surface convexe du côté du sol.

Un excellent procédé est celui qui consiste à doubler le mur extérieur d'un autre mur, avec un espace plein d'air entre les deux, comme dans la figure 99, ou encore à ménager cet espace entre le mur de l'habitation et le talus d'une sorte de fossé descendant jusqu'à la fondation. Cette disposition, *aire* ou *area* des Anglais, est représentée dans la figure 96. Le fond de ce fossé doit être à 15 centimètres au-dessous du sol de la cave et son talus maçonné. S'il faut le couvrir, on aura soin de ne pas ramener la terre sur la plaque ou la voûte servant de couverture. La figure 96, empruntée à W. Buck, indique aussi l'emploi des revêtements isolants.

Enfin, pour assurer encore un obstacle à l'ascension par capillarité de l'eau du sol dans les murs de l'habitation, on place transversalement, dans l'épaisseur de la maçonnerie et à une faible hauteur au-dessus du sol, des

plaques d'une substance imperméable que l'on répète de distance en distance. Le plomb, l'ardoise enchâssée dans du ciment, l'asphalte, le carreau émaillé, rendent de réels services dans ces occasions. Mais l'on réalise au mieux la défense contre l'humidité en adjoignant aux corps solides imperméables une enveloppe d'air, comme on l'a déjà vu par l'emploi de l'*area*.

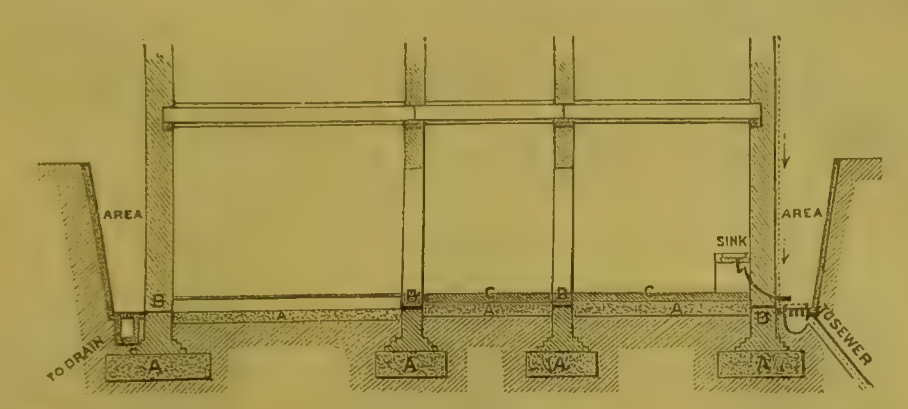


Fig. 96. — *Fondation d'une maison. Dispositions à prendre pour éviter l'humidité et l'air du sol* (*).

Des matériaux de bâtisses qui semblent pouvoir parfaitement répondre à ce but, ce sont les briques en argile vitrifiée, de différents modèles et d'épaisseur variable, percées de trous réguliers pour permettre le libre accès de l'air entre le sol et le plancher de la maison. La figure 98 en reproduit divers exemplaires et la figure 97 les montre en place, formant une zone

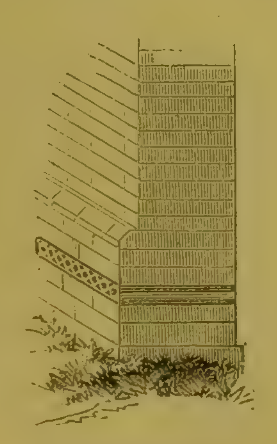


Fig. 97. — *Mur en briques d'argile vitrifiée.*

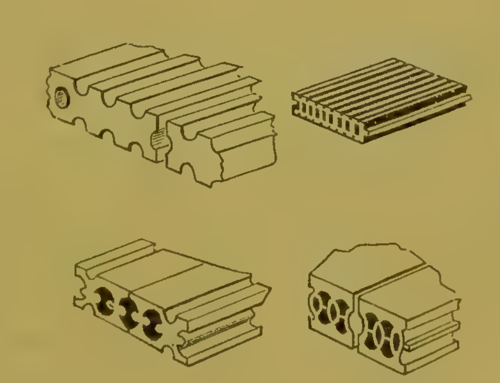


Fig. 98. — *Briques en argile vitrifiée.*

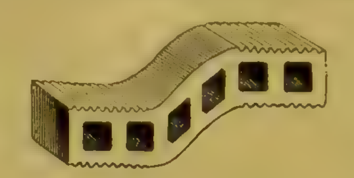
imperméable de bas en haut, accessible à l'air horizontalement, dans toute l'épaisseur du mur, à 15 ou 20 centimètres au-dessus du sol. Rien n'est plus facile que d'introduire une couche pareille dans les murs de vieilles maisons et, par là, de les assainir notablement.

Au lieu de pratiquer une aire au moyen du double mur quelque peu singulier de la figure 99, Eassie a imaginé de gémeller le mur de revêtement et le mur principal en se servant de briques en argile vitrifiée, pla-

(*) A. Couche solide asséchée. — B. Muraille étanche. — C. Revêtement d'asphalte.

cées les unes au-dessus des autres comme paroi extérieure du dernier, et en reliant celui-ci au précédent au moyen d'autres briques creuses transversales (fig. 100).

Ce mur creux, ainsi que le raccordement de ses deux parties, sont obtenus d'une façon un peu différente par Jennings, qui a inventé tout exprès une « brique unissante », également à jour. La figure 101 reproduit le modèle de cette brique et la façon dont elle est appliquée pour obtenir l'area.



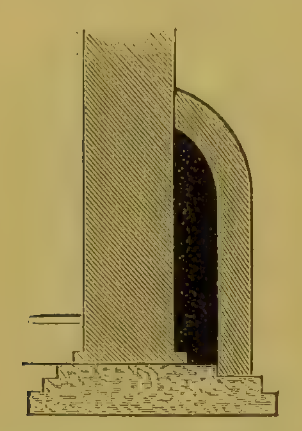


Fig. 99. — *Mur creux formant area d'assèchement* (Eassie).

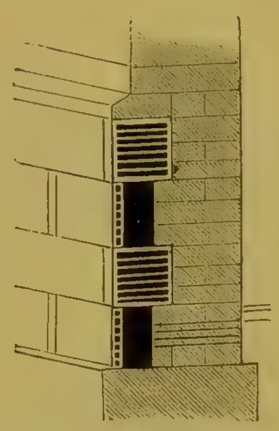


Fig. 100. — *Mur revêtu de briques en argile vitrifiée* (Eassie).

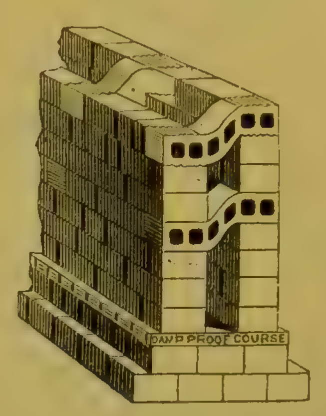


Fig. 101. — *Briques unissantes* (Jennings).

Considérant que les caves sont presque toujours humides et que leur air, saturé de vapeur d'eau ainsi que des gaz du sol, compromet l'atmosphère des étages au-dessus, l'architecte Christian Nussbaum conseille de ne pas faire de caves et de les remplacer par une couche imperméable à l'air et à l'eau (béton, ciment, carreau, asphalte), régnant sous le rez-de-chaussée tout entier, et traversant les murs. On ferait reposer ce revêtement sur une bonne épaisseur de sable ou de gravier, d'ailleurs bien ventilé. Nous pensons qu'il ne faut pas repousser de parti pris les caves ; ce serait plutôt le contraire. Mais, quand on a quelque raison de ne pas en faire, on ne saurait trop se rapprocher du mode de construction recommandé par l'auteur précité.

Il va sans dire que le but des dispositions prises contre l'eau n'est sûrement atteint qu'autant que l'architecte connaît, au préalable, le taux du niveau moyen de la nappe souterraine et l'amplitude de ses oscillations dans la localité. A Munich, la différence entre le plus haut et le plus bas niveau est de 3 mètres ; mais, dans les points où la moyenne ombrométrique est considérable, cette différence peut aller au double ; à Jubbulpore, dans l'Inde, elle est de 4 mètres, à Sangore de plus de 5 mètres. De Chaumont regarde comme salubre une profondeur du niveau de la nappe souterraine d'au moins 5 mètres ; comme insalubre, une profondeur de moins de 2 mètres.

Éloignement de l'air du sol. — Les dispositions qui viennent d'être indiquées défendent déjà, pour la plupart, l'habitation contre les gaz du

sol aussi bien que contre l'ascension capillaire de l'eau souterraine. D'autres ont directement en vue l'éloignement de ces gaz.

On sait que les échanges entre les gaz du sol et l'air des habitations ont lieu à la suite de la rupture de l'équilibre de pression entre le dehors et le dedans. C'est par-dessus tout le chauffage des habitations qui rompt cet équilibre et fait appel sur les gaz du sol. Forster observa la production de CO^2 par une cuve en fermentation placée dans une cave; la température de la cave étant de 13 à 14°, celle du rez-de chaussée de 15°,8, celle du premier étage de 14°,4, et celle de l'air extérieur de 13°,7, c'est-à-dire avec des différences insignifiantes, il ne trouva que 4 p. 100 de l'air du sol dans l'atmosphère du rez-de-chaussée et 2 p. 100 dans celle du premier étage. Mais l'on chauffa le rez-de-chaussée à 22°,4 et le premier étage à 22°,8, et l'on constata que l'air de la cave venait former les 54 centièmes de celui du rez-de-chaussée et les 38 centièmes de l'air du premier étage.

Pour obtenir l'évacuation des gaz du sol hors de la maison, Stæbe et Niemeyer ont conseillé d'établir au-dessous du niveau des fondations, et séparée de celles-ci par un plancher d'asphalte ou toute autre couche imperméable, une vaste chambre de ventilation que l'on met en rapport avec une cheminée d'appel. Quand l'air du sol monte (au printemps, en hiver et en automne), cette cheminée l'évacue au dehors; quand, en été, l'air du sol s'abaisse, il se produit sur la maison un courant d'air frais, de haut en bas.

Nussbaum pense assurer à la fois la siccité de la cave et le renouvellement de son atmosphère, en y établissant un circuit de ventilation de la manière suivante. Le sol de la cave est construit imperméable et le revêtement se continue sur la face externe des murs, de toute la hauteur dont la cave plonge dans le sol et même jusqu'un peu au-dessus de la surface du sol. Le reste de la paroi est en briques et mortier de chaux. Mais, entre le mur perméable et le revêtement extérieur étanche, règne un intervalle de 5 à 10 centimètres de large qui communique d'une part avec l'air de la cave, au ras du sol de celle-ci, et d'autre part avec l'air extérieur par des tuyaux de ventilation ménagés dans chaque pile de murailles et s'ouvrant sur le toit. Un autre tuyau, partant d'un point d'une des parois intérieures de la cave où son orifice est grillé, s'adosse le plus possible à une cheminée et va déboucher *au-dessus* du toit. C'est un tuyau d'évacuation, le premier étant la voie d'entrée de l'air.

En résumé, il faut que l'habitation humaine soit entourée d'air pur de tous côtés, au-dessous et latéralement aussi bien que par-dessus.

Pour ce qui concerne la *protection du sol contre les souillures*, ce sera l'objet d'un des articles qui suivent.

II. — Construction.

Matériaux de construction. — Le choix des matériaux bruts destinés à l'édification des demeures humaines échappe ordinairement à l'hygiène, réglé qu'il est par la nécessité. Tout a été utilisé et, à la rigueur, peut l'être : le bois, la terre, la pierre, la brique, les métaux. Nous n'avons qu'à apprécier les propriétés de ces diverses substances, en vue du double but

à atteindre, à marquer nos préférences et à rechercher le mode d'emploi qui répond le mieux aux exigences sanitaires.

Pour satisfaire à celles-ci, les matériaux de construction doivent être : 1° *asséchés* et *réfractaires à l'humidité ;* 2° *mauvais conducteurs du calorique.* S'ils ne remplissent pas d'abord ces deux conditions, il faut s'efforcer de les leur procurer et toutes les dispositions de la bâtisse doivent tendre à les leur maintenir. Nous pourrions ajouter deux autres conditions qui intéressent moins immédiatement, ou à un degré moindre, la santé de tous; à savoir : l'*incombustibilité* et l'*inaptitude à conduire le son.*

Porosité et perméabilité des matériaux. — Ces propriétés, chez les matériaux de bâtisse, ne diffèrent pas essentiellement de ce qu'elles peuvent être dans le sol (voy. p. 26 et 42); c'est dans ce cas surtout qu'il importe plus de savoir ce que les matériaux *gardent* que de connaître ce qu'ils peuvent *recevoir.*

Ces deux propriétés existent dans toutes les pierres, les briques, dans les ciments, comme on le sait depuis l'expérience classique de Pettenkofer et les recherches de Märker, Lang, Fodor, Poincaré, Layet.

Pettenkofer démontre la perméabilité des murs pour l'air de la façon suivante. Un morceau de mur, en briques, de 40 décimètres carrés de surface sur 35 centimètres d'épaisseur, est fixé, à l'aide de mortier ordinaire, sur une base impénétrable à l'air; les deux faces de ce bloc sont revêtues de plaques de métal qui joignent hermétiquement la brique par leurs bords; les trois côtés minces libres du bloc sont recouverts d'une couche imperméable. Chaque plaque de métal est percée d'un trou sur lequel est soudé un tube de petit diamètre. En soufflant par l'un de

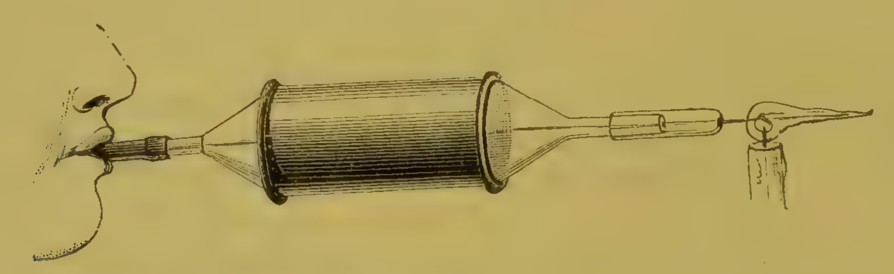


Fig. 102. — *Appareil de Pettenkofer pour démontrer la perméabilité à l'air des matériaux de construction.*

ces tubes, on éteint aisément la flamme d'une bougie située en avant de l'extrémité de l'autre. C'est qu'à l'aide du onzième d'atmosphère que l'expiration ajoute à la pression normale, on a pu emmagasiner dans le morceau de briques un air sous pression qui, d'abord étalé, prend une vitesse considérable à l'étranglement par lequel il est forcé de s'échapper.

On peut donner à l'expérience la forme représentée par la fig. 102. A un cylindre de pierre, de brique, de bois, de mortier, exactement recouvert de cire, s'adaptent deux entonnoirs de verre terminés en tubes. Si l'on souffle par l'un de ces tubes sur une flamme placée en regard de l'extrémité de l'autre on arrive aisément à l'infléchir et même à l'éteindre (Le cylindre a 15 centimètres de long sur 5 de diamètre).

Le passage de l'eau à travers les matériaux de bâtisses a des consé-

quences bien différentes de celles qu'entraîne le passage de l'air. Celles-ci, à notre avis, sont plutôt heureuses, sauf quelques distinctions à faire, comme il sera indiqué bientôt (article *Ventilation*). La présence de l'eau dans les murailles, au contraire, tend à faire régner l'humidité à l'intérieur des pièces habitées et dans la maçonnerie même. Il en résulte, pour celle-ci, la formation de *sels muraux*, de *fleurs de nitre*, et le développement de végétaux inférieurs ; l'eau est, en effet, la première condition de l'existence des champignons, des moisissures, des bactéries ; quant à la matière nourricière, elle peut être fournie par les matériaux eux-mêmes, spécialement par le bois, et d'ailleurs par les molécules organiques que les habitants mettent dans l'air et qui pénètrent aussi dans les murailles à la faveur de la perméabilité. A l'intérieur, l'humidité donne à l'atmosphère les qualités fâcheuses que nous avons reconnues antérieurement (page 378), exagérées encore par le fait de l'immobilisation de l'air dans un espace clos. Les murs humides refroidissent l'atmosphère intérieure, en lui prenant de la chaleur pour évaporer leur eau ; si l'on chauffe, pour atténuer cet inconvénient, on passe de l'humidité froide à l'humidité chaude, d'autant plus pénible que l'eau incorporée aux murs les a aussi imperméabilisés pour l'air et qu'il ne s'opère plus, à travers les parois, le moindre échange entre l'air du dedans et celui du dehors. Cette inanité de la ventilation permanente, la fermentation des poussières organiques à la surface des murs, les produits odorants fournis par les microorganismes, communiquent à l'air des pièces un parfum spécial, dit de *renfermé*, qui est au moins un avertissement.

Doit-on, en raison de ces faits et par crainte de l'humidité intérieure, n'admettre, dans la construction des habitations, que des matériaux imperméables et même imporeux ? Nous ne le pensons pas. De tels matériaux seraient un peu difficiles à trouver ; mais, avec des enduits, l'on pourrait arriver à l'impénétrabilité désirée et l'on y arrive effectivement. Or, sous une telle enveloppe, les habitants se font à eux-mêmes l'atmosphère humide qu'il s'agit d'éviter et y éprouvent des sensations analogues à celles que l'on ne tarde pas à ressentir sous un manteau de caoutchouc. *Il faut que les parois de la maison respirent*, comme respire la peau des humains.

Des parois possédant ce pouvoir sont nécessairement perméables à l'air. Mais si l'on a pris les précautions convenables pour empêcher l'ascension verticale continue de l'eau du sol, l'humectation apportée dans le sens horizontal aux parois hors de terre par les vents humides et la pluie ne nous paraît pas très inquiétante. D'abord parce qu'elle ne menace que les murs tournés du côté des vents pluvieux, et que l'on peut, du reste, protéger spécialement, comme on dira ; puis parce qu'elle est intermittente et que, dans les intervalles des périodes d'humidité, la paroi a le temps de s'assécher, de reprendre sa perméabilité à l'air ; par conséquent de faire agir à la fois la sécheresse et l'oxygène sur les matières organiques et sur les schizomycètes qui auront pu se développer pendant que l'état d'humidité les favorisait.

Finalement, et par suite de ce qui vient d'être dit, il convient de distin-

guer entre l'eau qui peut passer et celle qui reste, en d'autres termes, comme quand il s'est agi du sol, entre la *perméabilité* des matériaux et leur *capacité pour l'eau.* Nous ne voyons pas que les hygiénistes aient beaucoup cherché à exprimer les chiffres qui représentent cette dernière, tandis que ceux qui ont étudié cette question poursuivent toujours le « coefficient de perméabilité » et même plutôt encore celui de porosité.

Les expériences de Märker ont démontré que, par mètre carré de surface, en 1 heure et avec 1 degré de différence de température, il passe par un mur de 0m,72 d'épaisseur :

	met. cubes.
Dans le grès	1,69 d'air.
— la pierre calcaire	2,32 —
— la brique cuite	2,83 —
— le tuf calcaire	3,64 —
— la brique d'argile crue (pisé)	5,12 —
— la brique humide	1,68 —

Le grès est donc le plus compacte des matériaux examinés. Cependant les extrémités des poutres encastrées dans une maçonnerie de grès pourrissent plus promptement que si elles sont enfermées dans un mur construit en d'autres matériaux (Putzeys), les moellons de calcaire, par exemple, réunis par du mortier, qui est encore plus perméable. En d'autres termes, il peut faire très humide dans des pierres qui passent pour avoir le minimum de perméabilité.

Les chiffres de Märker ont été trouvés beaucoup trop forts par Schürmann et par Hudelo et Somasco ; ils dépassaient d'ailleurs notablement les résultats déjà anciens de Pettenkofer. En outre, diverses circonstances, le degré d'humectation en particulier, peuvent faire varier de semblables chiffres. Mais le sens des comparaisons est sensiblement exact, et nous pouvons, jusqu'à nouvel ordre, nous en contenter. Or il est certain que la brique cuite et le calcaire tendre, très perméables, servent à élever des habitations parfaitement salubres, pour ce qui dépend des matériaux de bâtisse. Émile Trélat, l'un des défenseurs les plus savants et les plus convaincus de la perméabilité des murs extérieurs, a fait remarquer « les murs nets, les salles saines, les locaux avenants du bassin de la Garonne, où dominent les calcaires poreux ; de la Touraine, où l'on bâtit avec le *tuffeau*, si tendre qu'il se taille au couteau : des rives de l'Oise, où les maisons sont en *vergeles* légers, comparativement aux « intérieurs malséants, aux murailles crasseuses, » aux chambres malodorantes, des maisons en pays de granites, de gneiss, de schistes et même de grès.

Il y a une exception pour les murs qui ne sont pas en rapport avec l'air extérieur, les murs de refend, les cloisons, les plafonds : ceux-ci ne doivent pas respirer, puisqu'il ne s'échangerait, d'un côté à l'autre de la cloison, qu'un air ayant servi aux habitants des locaux, vicié. É. Trélat réclame pour ces murs intérieurs l'imperméabilité, comme Recknagel la réclame avec raison pour les plafonds, à travers lesquels il ne faut pas que l'on reçoive l'air du locataire de dessous, non plus que la fumée de ses cigares. A la vérité, un procédé supérieur encore consiste à ne pas superposer les

étages habités. Dans ces conditions, les couvertures peuvent servir aussi à l'aération intérieure.

On conclura, de ces considérations, que les propriétés des matériaux de bâtisse, au point de vue de la porosité et de la perméabilité, n'ont pas une valeur absolue. Selon le point où ils seront employés, ils peuvent convenir ou être désavantageux.

L'humectation diminue ou supprime la perméabilité, d'autant mieux que les pores sont plus fins. Mais la dessiccation la rétablit d'autant plus vite que les pores sont plus grands. Le tuffeau et la brique reprennent en peu de temps leur aptitude à la ventilation.

La gelée supprime la perméabilité des murs humides, comme celle du sol. Si, à travers un corps poreux congelé, on fait passer un courant d'air parfaitement sec, la perméabilité augmente peu à peu (Lang, à Cassel, 1879). Elle diminue au contraire rapidement, si l'air est humide. D'où le conseil de Pettenkofer, de chauffer, en hiver, les chambres à coucher.

Lang a cherché à classer dans l'ordre de leur *perméabilité pour l'air* les matériaux de construction les plus usuels. Le tableau ci-dessous lui a été emprunté par plusieurs hygiénistes :

Nos d'ordre.	Matériaux.	Coefficient de perméabilité.
1.	Tuf calcaire	7,980
2.	Briques de scories, de Hardt , 1873	7,597
3.	— de Zuffenhaussen, près Stuttgart	5,514
4.	— anglaises	2,633
5.	— d'Osnabrück, 1873	1,890
6.	— — 1871	1,720
7.	Cendrine	1,327
8.	Bois de pin (bois debout)	1,010
9.	Mortier	0,907
10.	Brique pâle d'Osnabrück	0,383
11.	Béton	0,258
12.	Briques à la main, bien cuites, de Munich	0,203
13.	Carreau (*Klinker;* Clinquart) non émaillé	0,145
14.	Ciment de Portland	0,137
15.	Briques à la machine, de Munich	0,132
16.	Grès vert (Haute-Bavière)	0,130
17.	— (Suisse)	0,118
18.	Briques à la main, peu cuites, Munich	0,087
19.	Bois de chêne (debout)	0,067
20.	Plâtre coulé	0,041
21.	Carreau (*Klinker*) émaillé	0,000

Au point de vue de la *quantité d'eau* que les matériaux peuvent retenir, nous extrayons des recherches du même auteur les chiffres suivants :

Nos d'ordre.	Matériaux.	Eau fixée p. 100 volume.	Eau fixée p. 100 poids.
1.	Briques à la main, de Munich	45,72	19,13
2.	— — peu cuites	32,7	19,1
3.	— — très cuites	28,3	16,5
4.	Mortier	26,0	14,8
5.	Briques anglaises en laitier	25,8	20,6
6.	Briques pâles d'Osnabrück	24,4	12,8
7.	Tuf calcaire	20,2	11,8
8.	Béton	19,1	11,3

Nos d'ordre.	Matériaux.	Eau fixée p. 100 volume.	Eau fixée p. 100 poids.
9.	Ciment de Portland	17,8	11,0
10.	Moellon calcaire	17,7	7,26
11.	Grès vert (Haut-Palatinat)	10,84	4,34
12.	Klinker non émaillé	6,1	3,6
13.	Porphyre	2,75	1,05
14.	Granite à grain fin	0,61	0,23
15.	Marbre blanc du Tyrol	0,59	0,22
16.	Granite à gros grain	0,45	0,17
17.	Marbre blanc clair (Carrare)	0,22	0,08
18.	— gris (Belgique)	0,19	0,07
19.	Granite Sainte-Anne (Belgique)	0,05	0,02
20.	Klinker émaillé	0,0	0,0

Le professeur Layet a ingénieusement modifié l'expérience de Pettenkofer et remplacé l'air qui doit traverser le bloc de pierre par du gaz d'éclairage, qu'on allume à sa sortie. D'une autre façon, des blocs de pierre, cylindriques et d'égale dimension, sont armés d'un tube de verre qui pénètre jusqu'au centre du bloc et y est soigneusement scellé ; si l'on plonge ces tubes, surmontés de leur bloc, dans des éprouvettes remplies d'eau, l'eau montera dans l'intérieur de chaque tube plus ou moins vite et plus ou moins haut selon le degré de perméabilité de la pierre en essai, puisqu'elle ne peut s'élever qu'en expulsant de l'air du bloc qui ferme l'extrémité supérieure du tube.

L'*Hygroscopicité* des matériaux de bâtisse a été étudiée par Poincaré au moyen de parallélipipèdes de même forme et de même volume (242cc,5), taillés en différentes pierres et plongeant d'un demi-centimètre dans l'eau pure. L'augmentation de poids était notée d'heure en heure. Toutes les espèces de pierres ont atteint leur plus haut degré de saturation au bout de 24 heures ; une seule l'a atteint en 7 heures et c'est celle-là qui a présenté l'augmentation de poids la plus élevée, 51 grammes. Pour toutes, l'imbibition a été intense pendant les premières heures et s'est ensuite ralentie notablement. En expérimentant sur les ciments de Portland et de Vassy, sablés ou non sablés, l'auteur a reconnu que c'est le ciment de Portland non sablé qui préserve le moins de l'humidité. Enfin il s'est assuré que des pierres recouvertes d'une couche et même de deux couches d'un vernis dit « hydrofuge » augmentent encore de poids par l'immersion dans l'eau. On remarquera sans doute que cette façon de procéder met surtout en jeu l'action capillaire des pores de la pierre ; par conséquent sert plutôt à renseigner sur l'ascension verticale de l'eau du sol dans les murs que sur l'humectation dans le sens horizontal par les pluies et les vapeurs de l'air. Or il est entendu qu'il faut supprimer matériellement l'ascension de l'eau du sol. D'autre part, la capillarité ne s'exerce plus quand les pores dépassent une certaine taille ; il se pourrait donc que l'eau ne montât pas dans certaines pierres, néanmoins très perméables. Comme interprétation, nous pensons qu'il faut éviter les pierres qui prennent par capillarité beaucoup d'eau et dans un temps très court, non parce qu'elles sont très hygroscopiques, mais parce qu'elles ont les pores petits, infiniment nombreux, défavorables à l'échange d'air entre le dedans et le dehors.

Matériaux en particulier. — Toutes les *pierres* à cassure grenue et non schisteuse, un peu élastiques et plus disposées à s'écraser sous le marteau qu'à se diviser en éclats cristallins, sont propres à la bâtisse : pierres à chaux, dures ou tendres, tuffeau, marbres, grès, pierre meulière, granites, etc. Il est des pierres particulièrement favorables qui présentent

l'heureux privilège de durcir par l'exposition à l'air (tuffeau, grès rouge). D'autres, inversement, se délitent ou s'effritent par la pluie, se fendent par la gelée, s'écaillent par la sécheresse.

Les *terres* de toute nature, en général remaniées et quelquefois mélangées d'un autre élément, gravier, paille, brindilles de bois (*pisé*, *torchis*), peuvent servir à construire des habitations et sont effectivement employées dans ce but. Ce sont, à vrai dire, des matériaux de nécessité, rarement admis dans les constructions qui doivent durer. Le mortier à la chaux élève considérablement la résistance des parois de terre contre l'humidité et les variations thermiques. A Laghouat (Alger) les indigènes font, avec de l'argile pétrie, des briques que le soleil se charge de dessécher et de durcir; ces briques peu coûteuses suffisent à élever d'assez bonnes maisons dans un pays où il ne pleut presque jamais; les Européens et même le génie militaire construisent avec de pareils matériaux des hôtels élégants et qui ne manquent pas de solidité, grâce au mortier à la chaux qui protège les surfaces et comble les interstices. Les maisons des oasis du Mzab sont pour la plupart bâties de la même façon.

Mais, dans nos contrées, l'on convertit la terre argileuse en *briques* par la cuisson au four. C'est une pierre artificielle suffisamment dure, si elle est bien cuite, légère, sèche et peu poreuse. On en fait d'excellentes bâtisses.

Dans l'Inde, suivant Parkes, on fait un fréquent usage de briques séchées au soleil, revêtues de ciment ou de briques cuites. Babylone et Ninive étaient bâties de cette façon.

En Allemagne et en Angleterre, on confectionne des briques avec les *scories* ou le *laitier* des usines métallurgiques. Les scories sont mélangées avec de la chaux éteinte au moyen d'une machine à fabriquer le mortier, puis comprimées et enfin séchées et durcies à l'air (Putzeys). On en fait aussi des briques *vitrifiées* imperméables.

Le *bitume*, l'*asphalte*, fondu et mélangé de sable, fournit des revêtements d'une haute imperméabilité. Les *ciments* de Vassy et de Portland (dont il est fabriqué des quantités considérables à Boulogne-sur-Mer), le *béton* (silex ou gravier et chaux), s'en rapprochent à divers égards.

L'*ardoise* de bonne qualité fait d'excellentes toitures. La terre, cuite et moulée en *tuiles*, creuses ou plates, remplit le même but, avec moins d'élégance et souvent moins de solidité.

La *pierre calcaire* vulgaire, calcinée dans les fours à chaux, se transforme en une chaux impure qui, avec l'eau, le sable, les gravois, le mâchefer, les cendres, entre pour une part essentielle dans la composition du *mortier*. Le *gypse*, desséché au feu et moulu, fournit du *plâtre* en poudre qui a la propriété, en reprenant l'eau dont on l'a privé, de pouvoir être *gâché* en une pâte apte à se durcir rapidement. Suivant ce mode, le plâtre est d'un usage très général, mais ne devient très imperméable, après dessiccation des surfaces plâtrées, que si on le revêt de vernis ou de peinture à l'huile.

Le *bois* est toujours en suspicion. On a beau l'employer sec, comme c'est de règle, lui faire absorber des liquides conservateurs (procédé Boucherie), l'enduire de goudron, de vernis divers, il reste plus ou moins hygros-

copique, se fendille sous l'influence des alternatives d'humidité et de sécheresse, et devient l'abri de parasites de toute taille, le terrain de développement des moisissures, fournissant lui-même une matière à putréfaction. On le réserve d'ordinaire pour les poutres, les planchers, les marches d'escalier, le support du toit. Même dans cet usage restreint, il tient beaucoup de place et pèse d'un poids énorme sur les murailles. Quelques habitations pourtant sont entièrement en bois : les *baraques*.

Les auteurs allemands se sont beaucoup occupés, dans ces derniers temps, d'un champignon, le *Merulius lacrymans (Hausschwamm)*, qui a la propriété de vivre particulièrement sur le bois des conifères, très employé en Allemagne, et de se répandre rapidement sur toutes les boiseries de la maison, qu'il pénètre de son mycélium et qu'il rend friables, non par le mécanisme de la putréfaction, mais en y prenant les sels alcalins et les phosphates nécessaires à sa nourriture. Ce parasite a été bien décrit par Cohn, Sorokin, Gœppert, Ungefug, Poleck. Selon ces deux derniers la multiplication de ses spores dans l'atmosphère de la maison causerait de sérieuses atteintes à la santé des habitants; peut-être même l'*Actinomycète* (voy. p. 436) n'est-il qu'une forme de développement du *Merulius*. Ces vues étiologiques sont contestées par Hartig. Mais il paraît toutefois certain que les dégâts matériels causés par ce champignon sont assez sérieux pour que l'on doive avoir soin d'abattre les sapins destinés aux constructions, en hiver et non en été, afin que le bois ne soit pas encore pénétré des sucs qui forment la nourriture du parasite, et de traiter les bois de construction par des solutions de sel marin, de sulfate de cuivre, d'acide phénique, de goudron. Remarquons aussi que l'humidité est nécessaire à *Merulius* et qu'il ne résiste ni à la lumière solaire ni à une aération suffisante à amener la dessiccation des parois des locaux.

Parmi les métaux, le *fer* entre largement aujourd'hui dans les constructions privées et surtout publiques. Il remplace avantageusement le bois, partout où il fallait des poutres, debout ou transversales ; et les bâtisses n'en sont que plus légères. Il a, pour l'hygiène, la supériorité incontestable d'être inaccessible à l'absorption d'humidité et aux processus fermentatifs ; il tient peu de place et permet d'augmenter d'autant le cube intérieur ; enfin il est incombustible. Pourtant, si l'on généralise l'usage des métaux, on tombe dans de sérieux inconvénients, dépendant surtout de ce que les métaux sont des corps bons conducteurs du calorique. Les toitures en *zinc*, par exemple, nous ont toujours paru merveilleusement propres à entretenir sous les combles une température torride en été, glaciale en hiver. Les mansardes, il est vrai, sont destinées à l'habitation des pauvres gens, mais ce n'est pas une raison. Il paraît aussi que l'incombustilité du fer n'est pas un avantage lorsque se déclare un incendie, né de la combustion du mobilier, comme c'est la règle ; l'ossature de fer se dilate au feu, s'allonge, se tord, aide au besoin à la chute des murailles et est inabordable aux pompiers. La même propriété comporte la rétraction des charpentes en fer, sous l'influence des grands froids ; cette rétraction peut arriver à un point tel que les poutres transversales dégagent leurs extrémités de la maçonnerie qui les supporte et qu'une toiture tout entière manque d'appui ; le marché du Château-d'Eau s'est effondré pour cette raison, sous le poids de la neige, dans l'hiver 1879-80. Il est vrai que ce

danger peut être prévenu, suivant Émile Trélat, en supprimant les ancrages et les scellements qui unissent les fers aux supports en maçonneries, en rendant l'ensemble de l'œuvre solidaire de telle sorte que le ramassement mécanique qu'éprouve le métal ne fasse pas perdre aux organes leurs « figures de résistance ».

En dehors de ces réflexions, que la mention du fer amenait inévitablement, les propriétés calorifiques des matériaux de construction se rattachent naturellement à l'article Chauffage.

Pour ce qui est des matériaux qui ne servent que de remplissage, d'enduit ou de décor, nous pensons que ce ne sont pas là vraiment des matériaux *de bâtisse*, et il en sera seulement question, comme accessoires des parois, au paragraphe qui suit.

Structure des parois. — L'habitation a nécessairement des parois verticales et des parois horizontales, les unes regardant à l'extérieur par une de leurs faces, d'autres qui sont entièrement intérieures, comme les murs de refend, les cloisons, les plafonds.

Murs extérieurs. — Les murs extérieurs sont habituellement construits tout d'une pièce, en bâtisse massive, un peu plus épaisse à la partie qui plonge dans le sol, moins aux étages supérieurs. Au point de vue de la calorification, il convient de donner à ces murs une bonne épaisseur ; les matériaux étant d'ordinaire mauvais conducteurs du calorique et l'épaisseur des bâtisses n'empêchant pas l'air de les traverser, s'ils sont perméables, ainsi qu'il ressort des expériences de Hudelo et Somasco. Les murs épais conservent la chaleur en hiver et protègent contre celle du dehors en été et dans les pays chauds. Plus les matériaux sont bons conducteurs, plus il convient de donner d'épaisseur au mur ; $0^m,50$ sont un minimum avec les pierres tendres, $0^m,35$ avec les briques.

Mais l'on peut atteindre mieux encore à l'indifférence thermique des murailles en les construisant *non homogènes.* Le procédé le plus sûr consiste à composer le mur de deux parois, séparées par une couche d'air centrale. Cette pratique est appliquée dans les pavillons Tollet, qui ont une paroi formée à l'extérieur de briques pleines, doublées à l'intérieur d'un revêtement en briques creuses qui viennent ajouter à la paroi un véritable matelas d'air ; on a pu, de cette façon, limiter l'épaisseur de la paroi à 22 centimètres et même à 15 ; Tollet pense qu'on pourrait la faire plus mince encore, la réduire à 10 centimètres, sans nuire sérieusement à la conservation du calorique intérieur. L'aération et la perméabilité des murs, comme on pense, n'en sont nullement diminuées ; c'est le contraire, et le professeur L. Venturi propose même d'utiliser, pour la ventilation des locaux, l'espace aérien intermédiaire aux deux parois, qu'il est facile de mettre en rapport avec l'air extérieur.

Murs intérieurs. — Les murs de refend et les cloisons doivent être imperméables, surtout dans les habitations collectives où, sans cela, ils ne peuvent servir qu'à échanger de l'air vicié et à s'imprégner de ses souillures. Il serait bien préférable, d'ailleurs, de s'en passer tout à fait, selon le

judicieux conseil d'Em. Trélat, aussi bien que de la superposition des étages, qui entraîne les plafonds.

Parois horizontales. — Les locaux du rez-de-chaussée, et à plus forte raison ceux du sous-sol, comportent très bien le dallage ou le carrelage du sol. Le carrelage en briques est moins bon conducteur que la dalle. Dans les pays tempérés ou froids, d'ailleurs riches en bois de construction, on use du parquet et du plancher, surtout aux étages, plutôt que du carreau, le bois étant encore plus mauvais conducteur. Quelques bâtisses destinées à l'habitation collective, se bornent à revêtir le sol, sur voûte ou non, de béton, de ciment ou d'asphalte.

Le plancher ou le parquet peut être posé sur poutrelles, lorsque celles-ci elles-mêmes s'appuient sur une voûte ou sur une couche isolante; autrement, tout le bois pourrirait. Aujourd'hui l'on fait de bons parquets en enclavant les pièces du parquet dans une couche de bitume encore chaud, coulé sur un carrelage en pierres dures, percées de trous coniques; les pièces du parquet étant elles-mêmes façonnées à rainures et à queue d'aronde, le revêtement se trouve rivé au carrelage (procédé Damman et Cossard). Il importe, dans tous les cas, de ménager aux revêtements en bois une fondation solide, comme au pavage en bois des chaussées.

Les planchers proprement dits ne se putréfient pas s'ils sont isolés du sol; mais, à tous les étages, ils se disjoignent et permettent l'introduction de la poussière et des germes dans les *entrevous*, c'est-à-dire dans l'espace intermédiaire au plancher de l'étage supérieur et au plafond de l'étage inférieur. Les médecins militaires ont noté depuis longtemps qu'il se forme un véritable terreau sous le plancher des vieilles chambres de caserne, avec des traînées blanches de mycélium. On prévient notablement ces disjoints en étendant, sur les planchers de bois blanc, de la peinture, des vernis, de la cire, de l'encaustique, de l'huile de lin bouillante (Morache), du goudron de houille, selon la méthode de Schaffer. Avec ces précautions, les planchers de sapin, peu coûteux et favorables à la colorification, restent salubres.

Les plafonds en planches, poutres et poutrelles, sont détestables et, heureusement, démodés, peut-être pour des raisons d'esthétique, qui sont bien conformes aux vues de l'hygiène. Il est clair, en effet, que toutes ces poutres en saillie multiplient les surfaces d'infection et les encoignures où s'abritent les poussières. Les plafonds en plâtre et en stuc ont l'avantage d'être très compactes; ils le sont plus encore si on les revêt de peinture à l'huile, comme la mode commence à s'en répandre.

Matériaux d'entrevous. — L'attention des hygiénistes s'est fixée d'une façon particulière sur cet objet depuis qu'Emmerich (1885) a montré que la quantité de matière organique enfermée dans une maison, même neuve, peut équivaloir à celle de plusieurs milliers de cadavres. L'auteur avait été amené à pratiquer des recherches dans cette direction par sa découverte antérieure (1884) du microcoque de la pneumonie dans la matière des entrevous de la prison d'Amberg (Haut-Palatinat), où Kerschensteiner observait depuis plusieurs années des épidémies de pneumonie extrême-

ment meurtrières. D'ailleurs, l'administration ayant fait remplacer les matériaux souillés par des matériaux vierges dans un dortoir de cent détenus, qui avait été des plus maltraités par la pneumonie, cette maladie cessa dans ce dortoir, tout en continuant à sévir dans les autres. Utpadel (1887) examina les matériaux d'entrevous de l'hôpital militaire d'Augsbourg. Un mètre cube de cette matière, pesant 1,510 kilogrammes perdait par calcination 118^{kil},050, sans compter 24 kilogrammes d'eau, et renfermait 1,718 grammes d'azote, en outre de 508 grammes d'acide nitreux. Les recherches bactériologiques firent obtenir, de cette matière, un bacille qui, injecté sous la peau d'un cobaye, fit périr l'animal avec les symptômes et les lésions de l'œdème malin. Il peut donc y avoir, dans les entrevous, des microbes pathogènes.

Aussi s'est-on préoccupé de trouver le meilleur mode de remplissage de cet espace sous les planchers, que l'on ne peut non plus laisser libre, sous peine de le voir s'infecter encore de matières organiques. Les matériaux de décombres sont unanimement rejetés. Le sable pur, bien lavé, ne paraît pas suffisamment réfractaire; d'ailleurs il est lourd. La *laine de scories* (*Schlackenwolle*) passe pour renfermer du sulfure de calcium qui dégage ensuite de l'acide sulfhydrique et noircit les peintures. C. Nussbaum, posant en principe qu'un bon entrevous doit être léger, mauvais conducteur de la chaleur et du son, imperméable à l'eau et à la poussière, exempt de matière organique et incombustible, propose de faire, avec la tourbe moulue (4 à 6 vol.) et la chaux éteinte (1 vol.), une pâte que l'on divise en petits morceaux pour les faire sécher séparément. Cette préparation est introduite entre les deux doubles du plancher, que l'on réunit par des supports en double T, avec interposition de feutre entre le fer et le bois, pour amortir le son. Elle peut, avec avantage, reposer sur des plaques de tôle bombées et doit être recouverte de plaques isolantes en asphalte ou de carton bitumé. Ces plaques de tôle et l'épaisseur que l'on peut donner à la tourbe calcaire, qui n'est pas lourde, protègent bien contre la propagation des sons et aussi des incendies.

La « laine de scories » ou *mousse de laitier* s'obtient en projetant violemment un jet de vapeur contre le courant de scories en fusion. Bien que repoussée ici des entrevous, nous signalons cette matière qui a été recommandée et paraît pouvoir être utile dans des cas particuliers. Placée en une couche de quelques centimètres (4 à 5 centim.) d'épaisseur sous les toits en zinc ou en tôle, elle les rend moins bons conducteurs du calorique, par conséquent diminue le froid en hiver, la chaleur en été, des logements des combles. Sous les bâtisses légères, les baraques par exemple, dans lesquelles on veut s'épargner les frais d'une cave, la laine de laitier en couche un peu épaisse forme un remplissage très salubre, qui maintient de l'air sous le plancher de l'habitation et en éloigne l'humidité. Ce remplissage est d'ailleurs antipathique aux rats et aux souris. A l'usine Krupp, à Essen, cette substance se vend 11 marks (13^{fr},75) les 100 kilogrammes, et avec 20 kilogrammes, on peut couvrir un toit de 15 mètres carrés d'une couche de laine de scories de 4 centimètres d'épaisseur. Elle coûte, naturellement,

plus cher quand il faut ajouter les frais de transport à distance; mais à mesure que l'emploi de la matière se généralisera, les prix d'achat et de transport baisseront probablement.

Revêtement des murs. — Les pratiques dont il va être question n'ont quelquefois d'autre but que celui d'orner les demeures humaines ou d'en assurer la durabilité ; d'autres fois, et cette pensée rentre dans les préoccupations de l'hygiène, elles tendent à prévenir encore l'humidité des parois ou surtout le dépôt à leur surface et la pénétration dans leur épaisseur, des impuretés diverses et spécialement des microorganismes.

Le revêtement le plus régulier des murs est le *crépissage*, qu'il ne faut pas exécuter trop tôt, afin de donner le temps au mortier d'évaporer son eau et de durcir. On le fait parfois avec le mortier de ciment ; mais alors la peinture n'a plus prise sur la paroi.

Les revêtements qui ont pour but d'empêcher la pénétration de l'eau de la pluie par l'extérieur, ou celle qui se condense de la respiration des humains par l'intérieur, sont extrêmement nombreux et variés. Ils comprennent les *plaques d'ardoise*, les *feuilles de plomb*, l'*asphalte*, le *ciment*, etc., comme nous l'avons vu au sujet de l'humidité du sol, sauf que ces isolateurs sont posés verticalement et non horizontalement. On peut d'ailleurs les placer à la surface ou dans l'épaisseur des murs ; mais nous ne comprenons pas bien ce dernier procédé, qui permet toujours l'humectation d'une partie de la maçonnerie.

A ce système de revêtement se rattachent les *briques vernissées*, les carreaux placés de champ, émaillés sur la face qui reste libre et qu'on emploie volontiers aujourd'hui dans les salles de chirurgie ou d'accouchements, dans une pensée d'*asepsie*. On a même parlé de revêtements métalliques, ou plutôt d'une seconde paroi en métal, placée à l'intérieur et laissant entre elle et la paroi en maçonnerie un espace dans lequel circulerait l'air chaud ou les conduites d'eau chaude ou de vapeur, employées au chauffage du local.

Puis viennent une foule d'enduits, de vernis, de peintures *hydrofuges*. La *silicatisation* (Fuchs, Kuhlmann) s'emploie volontiers à l'extérieur, sur les monuments publics. A Lille, la plupart des façades de maisons sont peintes à l'huile de lin et à la céruse. Heureusement on en ménage les couches ; cette peinture n'est pas très imperméable et surtout ne reste pas longtemps telle. Il va sans dire que, sous le rapport de l'hygiène, nous nous rangeons à l'avis des personnes qui poussent au remplacement de la céruse par le blanc de zinc (Griffiths, Charlton White) ; on assure qu'il est moins cher et « couvre » mieux que le blanc de plomb. Le point difficile est d'en convaincre les peintres et les fabricants. Toujours est-il que le blanc de zinc est seul admissible dans les locaux où il peut se développer de l'hydrogène sulfuré (qui noircit le plomb) ; mais y a-t-il dans la maison des endroits où le dégagement d'hydrogène sulfuré soit tolérable ?

Les hôpitaux construits jusqu'à ces dernières années ont les murs de leurs salles stuqués et peints à l'huile à l'intérieur. Les hôpitaux militaires ont cherché à se mettre à la hauteur, et leurs vieilles salles ont été rajeunies d'une couche

de peinture à l'huile. Il est certain que ce perfectionnement diminue quelque peu la perméabilité des parois et contribue à exagérer dans les salles les odeurs nosocomiales; qu'il permet des lavages qu'on n'exécute guère, et fait ruisseler sur le plancher des salles l'eau de condensation de la vapeur expirée par les habitants, pour la partie qui dépasse la saturation de l'atmosphère intérieure. Cette vapeur, sans doute, ne pénètre point dans les murs; mais il n'est pas préférable qu'elle sursature l'air des malades.

On ne voit pas encore bien quel est le rôle des parois des locaux, vis-à-vis du développement des microorganismes. Nägeli préférait que ces parois fussent humides, parce que, dans cet état, l'obstruction des pores empêche l'air d'y apporter ses germes, et que ceux qui viennent au contact des surfaces humides s'y fixent et cessent de voltiger dans l'air, où les habitants pourraient les recueillir. Pour notre part, nous préférons compter sur la dessiccation des lacunes des matériaux et sur l'oxydation des molécules organiques, mortes ou vivantes. Nous admettons sans peine que les murs d'une salle d'accouchements ou d'opérations chirurgicales soient revêtus de carreaux émaillés jusqu'à 2 mètres de hauteur, c'est-à-dire jusqu'au point où les éclaboussures sont à craindre et les lavages faciles. Mais, par ailleurs, à quoi sert d'imperméabiliser et de lisser la surface des parois d'une salle, aujourd'hui qu'il va passer en habitude de pulvériser la solution de bichlorure dans les locaux qui auront abrité des contagieux, quelle que soit la nature du revêtement interne de leur parois?

Dans nos casernes, en France, dans les habitations rurales et dans la plupart des demeures pauvres, on se borne au badigeonnage à la chaux des murs, *intus et extra*. Ce badigeonnage ne modifie pas les propriétés des matériaux; mais il est excellent parce que c'est un nettoyage véritable, qu'on renouvelle souvent et qui, en somme, étend le long des murs une substance antipathique aux microorganismes.

L'usage des *boiseries* intérieures, qui faisait à peu près une *double paroi* et avait de grands avantages au point de vue de la calorification, se perd peu à peu. Il ne faut probablement pas le regretter.

Tentures et tapisseries. — Ces revêtements sont inapplicables dans les habitations collectives, où, sans parler de la détérioration rapide qui atteindrait les tissus ou les papiers peints, il est assez souvent nécessaire d'accomplir une désinfection que ces substances ne supportent pas. En revanche, ils sont en vogue, pour l'ornement, dans les habitations particulières et peuvent y être tolérés sous de certaines conditions.

Les papiers sont collés à même sur le revêtement interne des parois en maçonnerie ou en bois, ou bien sur une toile qui les écarte un peu de la muraille; cette dernière disposition est préférable pour l'assèchement des locaux et la conservation des papiers, mais à la condition que l'on prévienne l'introduction des parasites de toute nature dans l'espace resté libre, ce qui ne manque pas d'arriver dès qu'il y a une solution de continuité à la toile. Depuis quelque vingt ans, l'emploi des papiers peints a soulevé de sérieuses questions de salubrité, qui donnent un autre aspect à ce détail d'hygiène. Il ne s'agit plus, en effet, d'une substance plus ou moins

propre à conserver la chaleur et l'humidité; les papiers peints, surtout ceux de couleur verte, sont préparés avec des sels arsenicaux; d'autres le sont avec des sels de plomb. Il est malheureusement prouvé que, soit les contacts, soit la chute spontanée de parcelles pulvérulentes venant de la surface de ces papiers, peuvent provoquer des phénomènes d'absorption et, par conséquent, des symptômes d'empoisonnement. Il y a donc là un danger à signaler et contre lequel il faut se mettre en garde. On peut y joindre le danger des émanations de la térébenthine vulgairement employée dans la peinture des boiseries.

La mode, aujourd'hui (les hygiénistes y sont peut-être pour quelque chose), remplace peu à peu les papiers à tons brillants, très dangereux, par les papiers à tons anciens (Duchesne et Michel), qui n'ont pas besoin des couleurs plombiques ou arsenicales.

Enfin, les papiers de tenture peuvent tirer une fâcheuse influence de la corruption de la colle qui sert à les faire adhérer. Il intervient, en effet, des matières organiques dans certains actes de la préparation d'une maison. Ainsi, la gélatine dans l'enduit des plafonds, la colle de pâte dans l'application des papiers de tenture. Les matériaux qui servent à fabriquer ces substances, putréfiables par elles-mêmes, sont souvent avariés et corrompus d'avance. La fermentation continue donc quand les plafonds sont faits et que les papiers sont posés. E. Vallin a observé un cas d'accidents gastro-intestinaux graves dus à la putréfaction de la colle de pâte sous des papiers récemment appliqués et, en appelant l'attention sur les dangers qui peuvent venir de ce côté, restés inaperçus, a conseillé l'introduction dans la colle d'un peu d'acide salicylique ou d'acide borique (15 grammes pour 1,000 de colle).

La même précaution se recommande dans la préparation des couleurs et des enduits dans lesquels il entre de la colle ou de la gélatine.

Il n'est pas inutile de rappeler que, quand on renouvelle les tentures d'une pièce, cette occasion d'assainissement impose l'enlèvement exact des anciens papiers et le nettoyage complet des surfaces. Ce nettoyage doit se faire *au mouillé* et, de préférence, avec une solution antiseptique; l'*époussetage* ne fait que remettre dans l'air les poussières et les microbes.

Les microorganismes sur les parois. — Nous ne connaissons pas de recherches relatives à l'absorption des microorganismes par les matériaux de construction; celles de Layet et de Poincaré, sur ce point, sont peu démonstratives. Rien ne prouve non plus que les courants d'air sans vitesse qui ont lieu à travers les murs puissent introduire ou expulser autre chose que des gaz; il est même probable, contrairement à l'hypothèse de Layet, que les matériaux de construction filtrent l'air au moins aussi exactement que le fait le sol (voy. p. 90); et, d'ailleurs, si les microorganismes sont capables de franchir cette solide barrière, c'est la maison qui y gagnera, puisque son atmosphère est plus riche en microbes que l'air extérieur. Au fond, ce ne sont pas les organismes de l'épaisseur des murs qui sont le plus intéressants, mais ceux des surfaces intérieures, que le moindre choc peut précipiter dans l'air où les habitants respirent. La question du

revêtement par les enduits, la peinture, les papiers peints, amène naturellement celle de savoir en quel nombre, absolument et comparativement, les organismes inférieurs sont retenus sur les divers revêtements et quelle en est la nature.

Des recherches dans cette direction ont été faites par E. Esmarch (Berlin). Il en résulte que les microorganismes sont assez nombreux sur les parois pour que l'on puisse en compter à peu près un million sur les murs d'une pièce de 3 mètres de hauteur et de 5 mètres dans les autres dimensions. Ils comprennent des moisissures et des Schizomycètes; mais il semble que la première raison du nombre et de la nature des organismes, trouvés sur les murs intérieurs, soit l'atmosphère du dehors; par suite, l'orientation l'exposition de la maison, les vents régnants, l'ouverture des fenêtres et des portes. La seconde raison serait la mobilité de l'atmosphère intérieure; par conséquent, la fréquentation, les allées et venues des habitants, qui agitent l'air et communiquent une trépidation plus ou moins vive au sol et aux parois. Au point de vue de leur nature, les Schizomycètes observés par Esmarch étaient plutôt des micrococques que des bacilles; quelques-uns liquéfiaient la gélatine; on y distingua particulièrement *Proteus vulgaris*, un bacille en forme de racine (*Wurzelformige Bacillus*) très commun dans le sol, un bacille dont les colonies sont d'un jaune de soufre. Il y a une spore sur environ quarante-quatre microbes à la phase de végétation.

Le tableau ci-dessous indique le nombre des colonies que peuvent fournir les germes recueillis sur une surface de 25 centimètres carrés.

GENRE DE REVÊTEMENT.	BACTÉRIES.	MOISISSURES.	TOTAL.
Écurie, mur à la chaux	»	»	6070
Laboratoire; peinture à la colle	32	53	85
Pièce de jour; tenture de velours	14	3	17
— tenture lisse	2	26	28
— vieille tenture	5	9	14
— tenture neuve (trois mois)	»	5	5
— tenture de cuir	18	7	25
Salon; tenture de soie verte	57	38	95
Chambre à coucher; tenture lisse	28	5	33
— peinture à l'huile (datant d'un mois)	1	»	1
— tenture lisse	43	3	46
Cuisine; peinture à la colle	37	34	71
— peinture datant de trois mois	3	11	14
Vestibule: parois de marbre	34	24	58
Cabinet d'aisance; peinture à l'huile	4	9	13
Un autre	6	32	38
Carreau de vitre d'une chambre à coucher	15	9	24

On remarquera sans peine le grand nombre de microbes sur les parois de l'écurie, où les animaux sont dans un mouvement incessant, et leur rareté dans les cabinets d'aisances, que l'on ne visite que par intervalles. On reconnaîtra aussi que les tentures lisses, la peinture et même les parois polies, comme le verre et le marbre, n'empêchent pas le dépôt des germes. Esmarch a constaté aussi qu'ils sont de moins en moins nombreux à mesure qu'on examine la paroi plus près du plafond (absolument comme s'il

s'agissait de simples poussières). Sur la paroi de carreau émaillé, ménagée jusqu'à hauteur d'homme, dans une salle à laparotomie qui n'avait pas servi depuis six jours et qui est lavée au savon phéniqué après chaque opération, l'auteur ne put recueillir que 10 microorganismes pour une surface de 225 centimètres carrés. Il y en avait, au contraire, 90 sur une surface pareille de la paroi en carreau vernissé d'une salle d'accouchement, lavée à l'eau de savon simple huit jours auparavant et qui servait tous les jours. Sur 1 centimètre carré de la bordure *en saillie* qui marque la réunion de la paroi carrelée au reste du mur, peint à l'huile, on put récolter de 650 à 1,350 colonies.

Les fenêtres. — Les fenêtres sont, assurément, une partie des parois de l'habitation ; elles en sont le point faible, au point de vue de la thermalité. Mais leurs rapports sont si intimes avec la ventilation et le chauffage que nous devons renvoyer à ces articles le moment d'en parler.

La toiture. — C'est le complément de l'enveloppe représentée par l'habitation. A ce titre, elle est soumise aux mêmes règles que les autres parois; mais elle comporte quelques conditions spéciales.

Le toit est destiné à protéger l'habitation contre la masse principale des précipitations atmosphériques. Là où celles-ci sont fréquentes et abondantes, ce revêtement est incliné dans un sens ou dans plusieurs, d'une façon plus ou moins aiguë; dans les contrées où la surcharge du toit par les pluies et surtout par les neiges n'est pas à craindre, on le fait en *terrasse* à pente insensible. Cette pratique mauresque a été fort maladroitement copiée dans quelques maisons de nos pays du Nord.

Dans des cas spéciaux, les usines en général, on utilise en même temps le toit pour l'introduction de la lumière sous un angle plus favorable au travail accompli dans l'intérieur que l'éclairage latéral. Sur une faible étendue, ce but est atteint en remplaçant une petite portion de la surface du toit par une vitre (vitre hollandaise, lanterneau); lorsqu'on a besoin de généraliser cette disposition, l'on construit le *toit en scie* (*Sägedach*); dans chacun des saillants, la pente la moins inclinée est vitrée, l'autre est recouverte comme les toits ordinaires. Ce mode est très favorable à l'éclairage intérieur, mais il porte les constructeurs à oublier qu'il faut néanmoins des ouvertures latérales pour l'aération.

Le toit est fait d'ardoises imbriquées, de tuiles ordinaires, de tuiles plates (Montchanin), de nattes en chaume, de plaques de bois ou de métal, etc., supportées par des traverses en bois ou fer. L'ardoise lisse et compacte, et la tuile d'argile cuite sont les meilleurs de tous les matériaux.

Au bord inférieur de chaque plan incliné que forme le toit, court un demi-cylindre métallique, à concavité supérieure (chéneau, plombière), destiné à recueillir l'eau qui descend la pente du toit et à la diriger vers des tuyaux de chute qui la versent dans l'endroit voulu (citernes, égouts, canaux ouverts).

La surface du toit ne saurait être absolument continue. Indépendamment des cheminées qui la traversent et des orifices vitrés, ménagés pour prendre jour par en haut, les orifices de ventilation sont très bien placés dans la pa-

roi supérieure de l'habitation, puisque l'air chaud s'élève naturellement. Il ne faut pas négliger d'utiliser cette force qui ne coûte rien. Mais, comme la pluie ne doit pas entrer par le même endroit qui donne issue à l'air, on protège les ouvertures du toit par des dispositions spéciales (vitre française) qui leur permettent la verticalité.

On peut encore se servir de la couverture comme organe de ventilation, en exécutant le *Dachreiter* des Allemands ou *surtoit*. Il s'applique aisément aux bâtiments dont la toiture n'a que deux pentes, en sens opposé l'une de l'autre, telle qu'on l'a fait aux baraques. Ces deux pentes, au lieu de se rejoindre sur la ligne de faîte, s'interrompent et laissent entre leurs bords supérieurs une baie de quelque largeur, au-dessus de laquelle on établit le petit toit, ou surtoit, de telle sorte qu'il ne se relie au grand que par des montants verticaux; entre le bord inférieur du surtoit et le bord supérieur du vrai toit, il y a donc un espace. On donne à cet espace la largeur voulue et le bord inférieur du surtoit s'avance suffisamment pour le dissimuler, de façon que la pluie ne pénètre pas par cette baie, même lorsqu'elle est chassée obliquement par le vent. D'ailleurs, pour l'hiver, il est facile d'obturer l'espace libre à l'aide de vitres mobiles, dont on ouvre ou dont on ferme le nombre que l'on veut (Voy. plus loin : *Baraques*).

Habitation des maisons neuves. — On a beau avoir pris des précautions contre l'humidité du sol et employé des matériaux peu hygroscopiques dans la construction, on n'a pas pu s'empêcher de faire intervenir l'eau dans la confection du mortier et des plâtrages. Pettenkofer a fait, à cet égard et sur les exigences de l'assèchement ultérieur, des calculs ingénieux, qui ne peuvent guère pécher que par une précision excessive.

Une maison à trois étages, ordinaire, avec cinq chambres et cuisines, exige dans sa construction environ 83,500 litres d'eau, dont la plus grande partie devra être expulsée avant que la maison soit habitable sans danger pour la santé. Il n'y a qu'un moyen d'obtenir cette expulsion, c'est l'évaporation spontanée à l'air; moyen sûr, mais long. Plus l'air est sec, plus il est chaud, et plus il absorbe d'eau ; il faut y joindre la rapidité du déplacement de l'air qui passe sur les surfaces humides. Or, si l'on suppose une température moyenne de l'air de 10° (comme c'est le cas à Dresde et à Paris) et un degré hygrométrique moyen de 75 p. 100, sachant qu'à 10° un mètre cube d'air peut renfermer 9gr,7 de vapeur d'eau, il faudra retrancher de ce chiffre 9,7 (saturation) les 0,75, soit 7gr,3, pour connaître la quantité d'eau qu'un mètre cube d'air, dans les conditions moyennes, peut enlever aux bâtisses neuves. La différence est 2gr,4. Autant de fois 2gr,4 seront contenus dans 83,500 kilog., autant il faudra de mètres cubes d'air passant à la surface des murailles et se saturant d'humidité, pour amener le bâtiment à un degré convenable de dessiccation. Le résultat de cette division donne plus de 34 millions de mètres cubes.

En été, il n'est rien de plus facile que de pratiquer l'assèchement par l'ouverture permanente des portes et des fenêtres; du reste, il est recommandé de bâtir en cette saison de préférence, parce que les matériaux et surtout le mortier, qui renferme près d'un tiers d'eau, se sèchent déjà au fur et à mesure qu'on les emploie. En hiver, on chauffe l'atmosphère inté-

rieure. On se figure, bien à tort, que le chauffage dessèche encore lorsque les portes et les fenêtres sont closes; dans ce cas, l'air chaud absorbe, il est vrai, beaucoup d'eau, mais la vapeur reste incluse, comme l'air, dans les appartements. En poussant davantage le chauffage, on ne peut plus rien prendre aux murs, puisque l'air de la pièce est saturé; mais, en revanche, quand la pièce se refroidit, une partie de la vapeur d'eau de l'air intérieur se précipite sur les murailles. Le chauffage, portes et fenêtres closes, promène donc simplement l'humidité dans l'appartement, mais ne l'en expulse point. L'appareil de Kosinski, qui ventile en même temps qu'il chauffe, est donc très rationnel.

La porosité des parois favorise l'asséchement; par ces pores passe beaucoup d'eau qui s'évapore librement. Les façades tournées vers le soleil et échauffées se dessèchent ainsi avec rapidité pendant que le côté des constructions neuves, tourné au nord, reste dans un état d'asséchement incomplet. Il est même des maisons anciennes, dont la façade qui regarde le nord ne s'est jamais asséchée.

L'asséchement dure longtemps. Même les maisons de petites dimensions et à parois minces exigent en moyenne un an avant d'être convenablement sèches. Les grandes bâtisses ne le sont pas à moins de deux années.

Il est vulgairement connu que parfois des constructions neuves, qui ont paru suffisamment sèches, se montrent de nouveau humides lorsqu'elles sont habitées. C'est cette expérience que l'on appelle *essuyer les plâtres*, et dont on prend pour sujets des locataires qui ont quelques raisons de n'être pas exigeants. Des taches humides apparaissent aux murs, les vitres suent, l'air intérieur est plein de vapeur. Cette eau est fournie, d'une part, par la respiration et la transpiration cutanée des habitants (un adulte rejette environ 1,500 gram. d'eau); d'autre part, par les pratiques culinaires, les lavages, etc. Mais c'est que les murs n'étaient pas desséchés à fond. Les vieilles maisons présentent rarement cette particularité fâcheuse: leurs murs bien desséchés et poreux absorbent assez l'humidité pour la rendre insensible, et même l'évacuent lorsque les différences de température font appel dans un sens favorable. Lorsqu'une maison de date ancienne et habitée depuis longtemps offre de temps à autre des parois humides, c'est que ses parois sont en matériaux hygroscopiques ou que l'humidité du sol trouve moyen d'y pénétrer de bas en haut.

On reconnaît les parois à matériaux hygroscopiques à ce qu'en été, après une pluie un peu abondante, elles restent humides pendant un temps d'une longueur surprenante et ne sont jamais tout à fait sèches en hiver. Nous avons dit précédemment les raisons pour lesquelles l'humidité du sol monte dans les murs.

Le vulgaire sait apercevoir divers signes de l'humidité des constructions; les murs mal séchés sentent la chaux, on le remarque surtout quand on pénètre dans les pièces, en venant du dehors; des taches humides et froides se montrent sur les parois et les tentures, tapis, etc.; il se développe des moisissures; les objets hygroscopiques fondent (le sel de cuisine); le linge se pique dans les armoires, le cuir des chaussures prend une mauvaise odeur et se moisit.

Mais il y a des procédés de vérification de l'asséchement qui ont une apparence scientifique. Ainsi, celui de Lassaigne, qui consiste à prendre, à l'aide d'une vrille ou taraude, des portions du plâtre que l'on veut essayer, en divers points et à diverses profondeurs de la muraille; ces échantillons sont pesés, puis calcinés et

pesés de nouveau; la différence des deux pesées indique la proportion d'eau que renfermait le plâtre et qui ne doit pas dépasser 20 à 22 p. 100.

Nous avons suffisamment insisté sur les conséquences du séjour dans l'air humide (page 378) pour n'avoir pas besoin de faire ressortir les dangers de l'habitation dans les maisons neuves ou plutôt mal séchées. Cependant Hüllmann (de Halle) les conteste. On ne s'aperçoit pas, en effet, que la mortalité s'accroisse dans les grandes villes (à Halle en particulier), où il s'est bâti tant de maisons dans ces dernières années et où, malgré la surveillance sanitaire, tant de gens ont essuyé les plâtres. Au fond, l'auteur n'est pas absolument paradoxal; car il prétend surtout qu'une bonne ventilation peut compenser la suppression par l'humidité des pores des parois et diluer la vapeur d'eau fournie par les murailles neuves. Dans de telles conditions, lui-même, avec sa famille, et 95 autres familles qu'il a spécialement observées, ont pu habiter des maisons dont l'achèvement datait de 4 à 13 mois, sans en éprouver la moindre incommodité. Les règlements, pense-t-il, devraient prescrire la constatation que les maisons neuves sont bien ventilées, au moins autant que celles d'un état de siccité suffisant. Cette formule ne nous semble pas irrationnelle et nous estimons qu'elle peut inspirer quelques-uns des articles des règlements que l'on élabore, à cet égard, dans les divers pays.

III. — Distribution des locaux et dépendances.

Dans les habitudes modernes, urbaines surtout, l'immense majorité des habitations sont composées de compartiments superposés que l'on nomme, de bas en haut : *cave* et *sous-sol*, *rez-de-chaussée*, *étages* (1er, 2e, etc.), *greniers*, *mansardes* et *combles*.

Caves et sous-sols. — La cave est absolument favorable à la salubrité de l'habitation, à la condition qu'elle serve à tout excepté au séjour des humains. Rien n'est plus propre à défendre les pièces habitées contre les influences du sol qu'un espace vide intermédiaire, dont le fond a été préparé comme nous l'avons dit, dont les parois latérales sont munies des dispositifs indiqués et dont la paroi supérieure est une voûte de maçonnerie ou tout au moins un solide plancher. Des moyens convenables, ne fût-ce que les courants d'air spontanés, peuvent d'ailleurs parfaire l'assèchement de cet espace et enlever, au fur et à mesure qu'elles se produisent, les exhalaisons du sol. Mais, à coup sûr, il n'est point bon que des hommes se trouvent sur le trajet de ces exhalaisons et dans le milieu où s'opère cet assainissement, qui est si nécessaire et qui peut ne pas être parfait à chaque instant. De plus, quelle que soit la perfection des précautions prises, la lumière ne pénètre dans les caves qu'à l'état de lumière diffuse; leur sol ni leurs parois ne peuvent jamais être directement ensoleillés. Et c'est là une raison péremptoire d'interdire l'usage des caves comme demeures habituelles. Il ne paraît aujourd'hui douteux à personne que l'habitation des caves ne soit éminemment propre à altérer et à déprimer d'une façon dé-

finitive la nutrition générale, ce qui revient à dire que là est la préparation de bon nombre d'affections tuberculeuses et scrofuleuses.

En réunissant 25,171 malades de Berlin, Lehnerdt trouve que les habitants des caves comptent dans ce nombre pour 2,247 ou 89,3 p. 1,000; mais la proportion des habitants des caves vis-à-vis de toute la population était alors de 91,8 p. 1,000. Cela ne démontre pas précisément que les caves soient plus insalubres que les autres locaux. Toutefois, certaines affections particulières avaient, chez les habitants des caves, des chiffres au-dessus de la moyenne; la coqueluche, 110,5 p. 1,000; le typhus (abdominal), 115,8; la diphtérie, 116,8; le choléra et la scarlatine, 118,6; la fièvre puerpérale, 168,4. En revanche, le rhumatisme aigu, la fièvre intermittente, tombent au-dessous de la moyenne (73,5 à 67,6), et la pneumonie n'est guère au-dessus, 97,8. Hirsch avait constaté que, pendant le choléra de 1866, les habitants des caves fournissaient 11,6 décès p. 1,000, alors que la moyenne générale n'était que 9,2 décès p. 1,000 habitants.

Au congrès des hygiénistes allemands à Dantzig (1874), le docteur Schwabe, relevant la mortalité selon les étages à Berlin, à chaque époque de dénombrement entre 1860 et 1870, obtenait les proportions suivantes :

Habitation.	Décès p. 1000 hab.
Caves	25,3
Rez-de-chaussée	22,0
Premier étage	21,6
Deuxième étage	21,8
Troisième étage	22,6
Quatrième et au-dessus	28,2

Bien que le chiffre relatif au 4e étage soit plus fort que celui des habitants des caves, l'auteur pense qu'il est relativement moins grave, parce que les locataires des combles sont pour la plupart des malheureux, tandis que ceux des caves sont des boutiquiers, marchands de comestibles ou de boissons, aisés et bien entretenus. De même, Schwabe constata, sur 100,000 habitants, 14 mort-nés pour les deux premiers étages, 16 au rez-de-chaussée et dans les caves, 17 au 3e, 21 au 4e.

Il est très significatif qu'à Berlin, où la mortalité par maladies épidémiques s'est élevée de 1860 à 1873, l'aggravation de la léthalité a été plus accentuée chez les populations des caves que dans le reste; pendant qu'elle montait ici de 34,4 p. 100, elle s'augmentait de 39,5 p. 100 chez les habitants des caves. L'excès de mortalité par le fait de ces demeures porte surtout : sur les maladies infectieuses, la phtisie, les affections diarrhéiques; en vingt ans, les premières ont augmenté chez les habitants dans la proportion de 1,000 à 3,800, la seconde de 1,000 à 3,000, les autres de 1,000 à 7,000. Les caves sont donc comme un « foyer d'incubation » pour les germes de ces maladies.

A Budapest, Fodor et Rözsahegyi ont cherché, en 1,300 maisons, la fréquence relative des épidémies, spécialement du typhus abdominal et du choléra, dans chacune d'elles, pour la période 1863 à 1877 (inclus). Les maisons à étages élevés, sur caves, se sont montrées exemptes d'épidémies 46 fois sur 100; les maisons à ras du sol, seulement 30 fois sur 100. Parmi les maisons à étages, les plus salubres ont été celles à rez-de-chaussée surélevé; elles ont été exemptes d'épidémies 34 fois sur 100; les maisons basses à ras du sol ne l'ont été que 26 fois. Avec habitation dans les caves, les maisons ont été atteintes 72 fois sur 100; sans habitation dans les caves, seulement 59 fois.

Le choléra et le typhus se répartissent ainsi qu'il suit, au point de vue des décès (pour 10,000 habitants) :

	Choléra.	Typhus.
Maisons à étages élevés sans habitation dans les caves	139	163
— — avec habitation dans les caves	223	203
Maisons au ras du sol avec caves non habitées	327	232
— — avec caves habitées	441	331
sans caves	432	337

Dans la même ville, J. Körösi constate que l'habitation des caves abrège de deux à trois ans l'existence. Toutefois, ce mode de logement lui a paru amoindrir l'intensité de trois maladies infectieuses, la *scarlatine*, la *diphthérie* et le *croup;* tandis qu'il semble augmenter la fréquence de la *coqueluche* et favoriser la propagation de la *rougeole*.

Le séjour des caves était naguère encore très en vogue à Lille et, aujourd'hui même, les classes les plus aisées ne se défont pas sans peine de l'habitude héréditaire ; on séjourne volontiers dans des sous-sols d'aspect flatteur, de construction perfectionnée et récente, qui ne sont qu'à moitié des caves, mais des caves en réalité. Avec d'autres conditions agissant dans le même sens, cette regrettable pratique semble bien avoir multiplié, dans le Nord, la scrofule, la tuberculose, le rachitisme, et n'a certainement pas élevé l'ensemble de la population au point de vue de l'esthétique non plus que sous le rapport de la vigueur et de la résistance vitale.

Les sous-sols ne sont pas notablement meilleurs que les caves, à titre d'habitation permanente. Une loi anglaise, *Act for promoting the public health*, de 1848, exigeait que les caves ou sous-sols habités eussent au moins 2^{m},44 de hauteur entre le plancher et le plafond ; que celui-ci atteignît au moins à 1 mètre au-dessus du niveau de la surface de la chaussée; qu'une tranchée de 1^{m},50 de profondeur et de 0^{m},80 de largeur, descendant plus bas que le sol de la cave, séparât toute la maison du terrain environnant. C'était un fâcheux compromis; la Société des hygiénistes allemands, réunis à Munich en 1875, répudia absolument les caves et sous-sols *à titre de demeure permanente;* elle n'eut qu'un tort, à notre avis, ce fut de les tolérer pour le séjour intermittent, en qualité de cuisines ou d'ateliers, sous réserve toutefois de sages et nombreuses dispositions d'aération et d'assèchement, que nous reproduirons plus loin.

Il importe, à ce propos, de remarquer que les caves et sous-sols ne se ventilent pas spontanément, quand l'air extérieur est plus chaud que le leur. Ainsi, en été, leur atmosphère plus lourde reste stagnante, à la faveur de sa fraîcheur, qui n'est plus dès lors qu'un attrait dangereux.

Nous avons indiqué plus haut (page 516) une façon de se passer de cave. D'ordinaire, dans ce cas, on élève le rez-de-chaussée de 50 à 60 centimètres au-dessus du sol, et l'on en assure l'isolement par les couches imperméables, superposées à un remplissage de scories, de fragments de briques, ou toute autre substance non infectée et d'aération facile.

Rez-de-chaussée. — La valeur hygiénique du rez-de-chaussée se juge d'après ce qui est au-dessous et, dans les groupes d'habitations, par ce qui est au-dessus. Suffisamment élevé au-dessus du sol, avec une cave et un plafond construits suivant les règles, le rez-de-chaussée est toujours très salubre s'il n'a pas d'étages par-dessus (en lui supposant d'ailleurs le

cubage et l'aération convenables). Lorsque les étages interviennent, sans provoquer une condensation exagérée de population, ils ne compromettent la salubrité du rez-de-chaussée qu'autant que, d'un côté à l'autre d'une rue, les bâtisses élevées se font ombre réciproquement, en d'autres termes, quand la hauteur des maisons est hors de proportion avec la largeur de la rue, convenablement orientée. Ce qui, en effet, peut nuire aux locaux du rez-de-chaussée, s'ils sont bons en eux-mêmes, c'est que l'arrivée jusqu'à eux de la lumière solaire et des courants aériens soit interceptée par une circonstance dépendant de leur situation par rapport aux étages.

Étages. — Qu'une famille, même nombreuse, fût-elle un régiment, dispose, dans une bâtisse unique, du rez-de-chaussée pour les installations culinaires et de propreté, pour la salle à manger, pour le local où s'accomplissent les œuvres professionnelles, et celui où l'on satisfait aux relations extérieures banales ; d'un premier étage, pour la demeure *de jour*, le cabinet de travail, le salon de réception des personnes que l'on veut honorer, d'un deuxième étage pour le dortoir, commun ou fragmenté ; il est évident que le tout sera parfaitement sain en soi, pourvu que les dimensions et les jours convenables aient été assurés à chacun des locaux. Il est rare, en pareil cas, que l'on ait besoin d'un troisième étage, sauf pour les chambres modestes des domestiques, lesquelles n'en sont pas plus mauvaises, puisque tout le monde est au large.

Malheureusement, cette distribution excellente et presque idéale d'une maison est le privilège du très petit nombre dans les grandes villes. D'ordinaire, chaque étage contient toute une famille, quelquefois deux ou plus, qui ont tous leurs locaux sur le même plan, se gênant l'un l'autre. Les étages représentent des habitations complètes, des maisons superposées. La situation devient inquiétante, et tout d'abord il est clair que cette superposition ne saurait se répéter beaucoup, sans devenir un véritable encombrement. Il y a une limite à imposer à la multiplication des étages, en vue de la salubrité de toute la maison et sans parler de ce fait que les familles les moins aisées, sacrifiées à l'ordinaire, sont celles à qui échoit fatalement l'étage supérieur, avec la fatigue et la gêne qu'emportent les relations au dehors, les montées et les descentes qu'exigent les plus simples besoins d'approvisionnements.

Les règlements municipaux, dans les grandes villes (Voy. Hygiène urbaine), subordonnent la hauteur des maisons à la largeur de la rue ; en général, *la première ne doit pas dépasser la seconde.* Mais cette règle permet, malheureusement, de regagner par la superposition des étages l'encombrement que la largeur de certaines rues, des boulevards par exemple, semblait devoir éviter. On l'a seulement dans le sens vertical au lieu de le laisser horizontal. Les hygiénistes allemands demandent que l'on ne dépasse pas cinq étages, y compris le rez-de-chaussée, l'entresol et les mansardes. C'est déjà beaucoup, même pour des demeures privées.

Nous serions disposé à repousser absolument toute habitation permanente dans les *combles*, comme nous l'avons fait du séjour même intermittent dans les sous-sols. Ce n'est pas l'aération qui nous inquiète le plus, en

ceci, au moins immédiatement, mais la calorification, étant admis préalablement que la hauteur absolue de logements pareils n'est pas assez considérable pour infliger un véritable surcroît de travail aux habitants, dans l'acte de la montée et celui de la descente. Les logements dans les combles sont très froids en hiver, très chauds en été (surtout avec les toits métalliques); c'est un péril absolu. De plus, par contre-coup, le froid de l'hiver oblige les pauvres gens (à qui ces combles sont naturellement réservés) à se surchauffer avec leurs appareils primitifs et dangereux, à s'aérer d'autant moins, de même que l'excessif échauffement de l'atmosphère intérieure pendant l'été les porte à ouvrir leur logement à tous les courants d'air et à s'exposer aux refroidissements nocturnes.

Les habitants des combles sont des malheureux, parmi lesquels la mort fauche naturellement avec plus de sévérité qu'ailleurs. Cependant, à considérer les chiffres empruntés à Schwabe (page 536), il semble bien que les conditions mêmes de leur demeure aggravent notablement la situation. Virchow soupçonnait que le simple fait de gravir quatre ou cinq étages d'escalier devait directement et mécaniquement compromettre l'issue de la grossesse chez les femmes de cette classe, qui représente précisément le prolétariat. Sommerbrodt a tenté de trouver l'expression numérique de cette influence en recherchant les rapports, à Berlin, de la multiplication des maisons à quatre étages avec la mortalité. Les chiffres prouvent que celle-ci croît comme celle-là. En 1822, il y avait, à Berlin, 1,5 morts-nés p. 1000 hab.; en 1870, 1,8; en 1873, 1,7 p. 1,000 et 4,8 p. 100 de toutes les naissances (en 1822, 4,4 p. 100). Ces résultats ne sont pas, à la vérité, suffisamment démonstratifs, attendu que par l'augmentation numérique des habitants la misère générale augmente aussi.

Par ailleurs, les *combles* et les *greniers* sont fort utiles à la maison quand ils ne servent qu'à remiser des denrées ou des effets; ils l'assèchent et l'aèrent par en haut, comme la cave par en bas; ils enferment ou laissent passer au-dessus des pièces habitées une épaisse couche d'air, éminemment apte à réaliser l'indifférence de l'atmosphère du dedans vis-à-vis des alternatives de la température ambiante.

La véritable raison de l'insalubrité de la superposition des étages réside en ceci: qu'elle est un mode de l'encombrement. Si l'individu vicie incessamment, par tous ses actes vitaux, l'air et le sol, il est clair que le groupe familial les compromet davantage et que la superposition en hauteur de semblables groupes augmente les souillures jusqu'à un point intolérable, surtout si, comme dans les grandes villes, le même fait se répète dans le sens latéral, par la juxtaposition de nombreuses habitations à étages multiples. Chaque individu d'un groupe doit disposer d'une surface de quelque étendue; il est difficile d'en calculer et d'en fixer le minimum, mais on peut dire qu'en général la santé des agglomérations humaines croît comme les dimensions de cette surface. On compte, par maison, 8 habitants à Londres, 32 à Berlin, 35 à Paris, 52 à Pétersbourg, 55 à Vienne. La capitale anglaise n'a guère qu'une mortalité de 22 p. 1,000, moins élevée que la moyenne de toute la France.

Destination des pièces. — Dans les conditions moyennes, le logement privé comporte une *cuisine*, une pièce où l'on mange (*salle à manger*), une pièce où l'on travaille, une pièce où l'on reçoit (*salon*, quelquefois confondu avec un local d'une autre destination), une ou plusieurs pièces dans lesquelles on dort (*chambres à coucher*, avec ou sans *cabinet de toilette*). Il faut y ajouter le local, non moins indispensable que le reste et qui a des rapports si étroits avec la salubrité de l'habitation, dans lequel on satisfait aux besoins naturels (*cabinet d'aisances*).

Celles de ces pièces dans lesquelles on ne fait que passer, comme la *salle à manger* et le *salon* de réception, préoccupent peu l'hygiène. D'ailleurs, les habitants sont portés à soigner d'une façon particulière ces locaux, que l'on montre au public, et, d'habitude, le confortable y est d'autant plus complet qu'il y est moins réellement utile. Il n'en est pas de même des autres.

Sous le rapport de la situation respective de ces locaux de destination spéciale, les maisons à un ou deux étages, occupées par une seule famille, se prêtent admirablement à la distinction entre les pièces affectées aux relations extérieures et le véritable logement de la famille, telle qu'on la retrouve dans les maisons de Pompéi, dans les maisons mauresques d'Algérie, et telle que les Américains modernes la recherchent. Les Italiens du temps de Vitruve, qui, à vrai dire, vivaient plus au dehors que chez eux, ne mettaient pas leurs fenêtres sur la rue, mais sur des cours intérieures ; la première de ces cours était celle des affaires, des visites, des occupations journalières ; la seconde, nettement séparée de la précédente, donnait accès aux pièces réservées à la famille. Les maisons mauresques d'Alger, de Constantine, ont aussi cette double cour et les fenêtres en dedans, tout au moins un étage inférieur où se font les affaires, et un supérieur, auquel donne accès une galerie en saillie où se tiennent les femmes et les enfants, et que l'homme regagne à l'heure où il veut être chez lui et s'appartenir. Dans nos mœurs, il n'y a plus ni gynécées ni harems, et c'est apparemment un progrès; mais, tout en ouvrant les fenêtres de la maison sur la rue, c'est une pratique louable d'affecter, comme les Américains, le rez-de-chaussée aux relations extérieures et le premier étage au réel chez soi. A Lille et dans d'autres villes du Nord, cet agréable et salutaire usage de la maison à un ou deux étages pour une seule famille persiste et même s'étend, à la faveur des constructions nouvelles que comporte l'agrandissement de la ville : salle à manger, salon et cabinet d'affaires, cuisines quelquefois, sont au rez-de-chaussée; la vie de famille se passe au premier et au second étages. Sous le rapport de la salubrité des habitations, la classe moyenne, et à plus forte raison les classes riches, seraient dans des conditions très favorables si, comme il a été dit, beaucoup ne cédaient encore au besoin de faire dans le sous-sol la salle à manger des jours ordinaires, et à celui de fragmenter, par des cloisons intempestives, en cabinets de toilette, en alcôves, des pièces qui eussent fait une bonne chambre à coucher, en leur laissant toute leur tenue.

Cuisine. — On admet trop aisément que la cuisine soit installée au sous-sol, une véritable habitation de cave, sous prétexte que les hôtes de la maison ne doivent pas être gênés par ce qui se passe dans la cuisine, ni inversement. Le séjour du sous-sol étant positivement mauvais, il semble d'un bel égoïsme que les maîtres l'infligent à une ou plusieurs personnes

chargées justement de préparer les éléments de la fonction primordiale, l'alimentation. Notez que la cuisine en action est un art à quelques points de vue insalubre, puisqu'il use du charbon et produit des détritus organiques et des eaux impures. Que l'on commence au moins par lui offrir une atmosphère primitivement irréprochable.

Donc, les cuisines au rez-de-chaussée, qu'il est d'ailleurs facile d'écarter un peu et d'isoler de la salle à manger et du salon, doivent être seules approuvées absolument.

Wiel et Gnehm demandent, avec raison, que la cuisine soit spacieuse, haute de plafond, bien ventilée et tout particulièrement bien éclairée. Ces exigences légitimes ne trouvent pas aisément leur satisfaction dans les souterrains. Je préfère de beaucoup la pratique de quelques « cottages » anglais, qui placent la cuisine sous le toit. Toutefois, cette disposition n'est compatible qu'avec la maison à peu d'étages, à cause de la nécessité de ménager, à côté de la cuisine, un local pour le dépôt de combustible et de ne pas en éloigner sensiblement l'endroit où sont conservés au frais la viande, les légumes, les boissons. Dans les grandes bâtisses, divisées en *appartements* que le propriétaire loue à autant de familles, chaque logement a sa cuisine particulière qu'on place le plus possible du côté du nord-ouest et sur la façade postérieure.

La cuisine étant exposée à la fumée et aux gaz de la combustion du bois ou du charbon, elle doit avoir au moins une fenêtre s'ouvrant à l'air libre et divisée en deux compartiments, dont le supérieur à châssis mobile, pour pouvoir rester presque habituellement ouvert, plus ou moins. Le foyer sera particulièrement soigné, quel que soit l'appareil en usage, et un tirage énergique et sûr y sera adapté. Les fourneaux à enveloppe de briques sont préférables aux appareils de fonte, parce qu'ils échauffent moins l'atmosphère.

Le sol de la cuisine se prête à être dallé, carrelé ou en ciment, pour de fréquents lavages ; les parois latérales, pour la même raison, devront être revêtues, jusqu'à une certaine hauteur, de briques vernissées ou de carreaux de faïence. Si ces parois ne sont pas peintes à l'huile et susceptibles de lavages, il faudra les blanchir à la chaux au moins une fois par an. La cuisine doit posséder un robinet d'eau situé au-dessus de l'évier, et un tuyau de conduite des eaux ménagères s'abouchant par un siphon avec l'égout. Toutes facilités seront données pour le collectionnement provisoire des détritus et pour leur enlèvement, et une surveillance assidue s'exercera sur ce local et sur ces manipulations qui fournissent si aisément l'occasion et la matière de fermentations putrides, dangereuses pour le cuisinier d'abord, pour toute la maison ensuite (Voy. plus loin : *Les foyers de souillures dans la maison*).

Il y a quelquefois, au voisinage immédiat de la cuisine, une *buanderie*. En raison de l'humidité, des vapeurs, des odeurs, de la chaleur, que dégagent les appareils à lessiver quand ils fonctionnent, cette annexe n'est inoffensive qu'autant que la cuisine et la buanderie sont à la fois en plein air, un peu reculées des pièces d'habitation, énergiquement ventilées.

Cabinet de travail. — Cette pièce doit avoir de 3m,50 à 4 mètres de hauteur et être assez longue pour que l'homme qui l'habite puisse de temps à autre quitter son bureau et son fauteuil de cuir et faire un peu de mouvement en arpentant l'espace. L'exposition à l'est est celle que Riant regarde comme la meilleure. La ventilation en sera assurée par un mécanisme automatique ; celui que Riant conseille nous paraît tout à fait illusoire (corniche métallique creuse, divisée en deux canaux superposés et percés de trous, l'un pour introduire l'air pur, l'autre pour donner issue à l'air vicié) ; l'on ne saurait trop recommander la large ouverture des fenêtres, le matin, avant l'arrivée de l'homme de cabinet, et dans la journée, chaque fois qu'il s'éloigne pour prendre ses repas ou pour tout autre motif. C'est le moyen unique d'oxyder les précipitations organiques diverses qui emplissent d'ordinaire ces sortes de pièces d'odeur de crasse, de bouquins et de tabac. On y joindra l'abstention de meubles inutiles, surtout de ceux qui sont faits d'étoffes villeuses et absorbantes, réservoirs de poussières et de méphitisme. La manie du *bibelot* devrait s'arrêter au seuil de cet endroit et les œuvres d'art elles-mêmes n'y pénétrer qu'avec discrétion.

Chambres à coucher et *cabinets de toilette.* — On tolère, à Paris, 2m,7 et même 2m,6 dans les entresols et à l'étage supérieur ; en fait, ce n'est pas trop exiger que de réclamer un minimum de 3m,50. D'ailleurs, dépasser 4m,50 est un luxe inutile et même gênant ; s'il y a lieu de chauffer la pièce, la hauteur exagérée entraîne une dépense de combustible en pure perte. Bien qu'elle ne soit occupée que la nuit, la chambre à coucher ne doit pas moins pouvoir être visitée, pendant une partie du jour, par la lumière du soleil. Pour l'aération, il n'est pas utile d'avoir autre chose que les fenêtres et la cheminée, quand il ne s'agit de l'asile que d'une personne ou de deux ; mais il faut à la plus petite chambre à coucher au moins une fenêtre s'ouvrant à l'air libre, de plus d'un mètre de large, et le plus possible ayant la hauteur même de la pièce ; si la chambre est spacieuse, on lui donnera une fenêtre pour chaque 2 mètres, au plus, de façade. Ne pas oublier que les meubles diminuent l'espace primitif, et, à titre de surfaces « ou matériaux infectables », supprimer rigoureusement tout ce qui multiplie, sans profit, les angles, les plis, les saillies propres à recevoir et à garder les poussières, cloisons superflues, alcôves, rideaux de lit, boiseries de revêtement avec des moulures, des encadrures. Wiel et Gnehm sont antipathiques aux armoires ou placards, pratiqués dans le mur et servant principalement de gardes-robes ; ces armoires, recevant les vêtements qui ont été portés s'imprègnent d'odeurs, d'émanations, sont envahies par les parasites, et n'en restent pas moins très difficiles à ventiler et à nettoyer. Les armoires mobiles sont préférables, pourvu que, dans les dimensions de la pièce on ait tenu compte de la place qu'elles occuperont. Un vestiaire distinct est mieux encore.

Des hygiénistes conseillent d'avoir soin que le lit soit situé de telle sorte que la lumière de la lune n'arrive pas à la tête du dormeur. Le conseil est bon : même sans être « lunatiques », beaucoup de personnes ont le cauchemar pour avoir avoir négligé cette précaution (Wiel et Gnehm).

Il sera question de la constitution du lit à l'article Vêtement.

Il n'y a pas de raisons d'affranchir de ces règles les chambres des domestiques, les chambres de logeurs ; moins le locataire a le tégument propre, plus il a besoin d'un cube d'air généreux. Les commissions des logements insalubres font la guerre aux *soupentes* et font bien ; pour être la famille d'un portier, on n'est pas garanti contre l'horrible insalubrité de ces réduits où vont se réfugier les miasmes de chaque jour, sans qu'un courant d'air puisse désormais les en déloger.

C'est un égoïsme fort malentendu, dit Putzeys, que de mal loger les domestiques; c'est les disposer à devenir malades, par conséquent à servir peu ou point, sans compter qu'ils apporteront peut-être à la famille qu'ils servent le germe de la maladie dont ils sont atteints. Aussi prescrit-on de donner aux *mansardes* une hauteur d'au moins $2^{m},50$ et de les placer sous l'avant-toit et non dans les entraits. Putzeys voudrait qu'on revînt aux *combles à la Mansard*, très décoratifs, et qui sont bien plus favorables à l'hygiène de ces logements. On ne saurait trop s'associer à ce vœu, surtout quand il s'agit de gens pour qui la mansarde unique sert à la fois de chambre de jour et de chambre à coucher.

Le même auteur conseille de ménager, dans toute maison particulière, une *chambre de malade*, dallée, à parois revêtues de carreaux vernissés et peints à l'huile, à angles arrondis, en un mot préparée pour l'asepsie et la désinfection, et placée de façon à ne pas communiquer avec le reste de l'habitation. L'idée est fort rationnelle, mais pénétrera peut-être avec quelque difficulté.

Il y a quelque avantage pour la chambre à coucher que la table de toilette avec ses accessoires trouve place dans un cabinet spécial. Mais cette pièce ne saurait être dispensée de recevoir de l'air, de la lumière et des soins de propreté d'autant plus exacts qu'elle est menacée de certaines souillures. Il suffit, d'ailleurs, qu'elle renferme de l'eau, du savon, du linge et un petit nombre d'instruments, avec une large cuvette et un pot-à-eau de bonnes dimensions (à moins qu'il n'y ait un robinet de la distribution d'eau au-dessus de la cuvette). Les flacons d'eau de senteur, les boîtes à poudre parfumées, les pots à pommades roses ou vertes, sont de l'excès. Tout cela tient de la place, recueille la malpropreté, rancit et pue.

Salle de bains. — Il suffit d'une mention à ce local, qui doit exister dans toute maison prétendant au confortable hygiénique. La salle de bains devra être un endroit agréable, tout en étant construite de façon à parer à l'action de la vapeur et de l'eau dont il se répand toujours quelque peu autour de la baignoire ou de l'appareil d'hydrothérapie. L'industrie moderne a, d'ailleurs, mis cet outillage à la portée de tout le monde, commode à installer et d'un fonctionnement peu coûteux.

Paliers, corridors, escaliers. — Les corridors, paliers, cages d'escaliers et tous autres espaces vides, dans la maison, protègent le logement proprement dit vis-à-vis des influences atmosphériques extérieures (températures et humidité); ils ont, de plus, le sérieux avantage d'agrandir la surface habitée et, lorsqu'on le veut, d'être des prises d'air qui atténuent la violence

et la crudité des courants directs. Mais cet heureux résultat n'est atteint qu'autant que ces espaces intermédiaires sont eux-mêmes dans de bonnes conditions de salubrité, larges, spacieux, hauts de parois, donnant un libre accès à la lumière et pouvant en fournir un semblable à l'air extérieur par l'ouverture de grandes fenêtres. Il arrive parfois qu'il est dangereux d'aérer la chambre d'un malade, en hiver, par les fenêtres de la chambre même ; si l'air des paliers ou corridors est satisfaisant, on peut lui ouvrir la porte du malade sans refroidir celui-ci. En général, on réussit mieux à obtenir un espace lumineux et aéré avec un palier qu'avec un corridor; c'est aussi plus élégant.

Les escaliers en bois, par économie et peut-être en prévision des chutes, sont préférés aux escaliers en pierre, pourtant plus salubres. Mais si, pour obvier à l'usure des marches en bois, l'on en garnit les bords avec du métal, le même inconvénient reparaît, avec cette circonstance en plus que le frottement polit la garniture de métal et la rend dangereusement glissante. Dans tous les cas, il faut que les escaliers soient larges, en pente douce, à marches égales et bien éclairés. A Lille, il y a beaucoup d'architectes qui ne savent pas faire un escalier; à moins qu'il n'y ait encore plus de propriétaires à qui il est indifférent que leurs locataires et ceux qui leur font visite se rompent les os.

Revêtement des planchers ou parquets. Nettoyages. — Dans nos habitudes modernes, les gens tant soit peu aisés superposent aux planchers, parquets, escaliers, au moins dans la saison froide, des tapis de laine plus ou moins épais. Cette pratique, favorable à la calorification et agréable au pied des visiteurs, n'a guère l'assentiment de l'hygiène. Ces étoffes villeuses recueillent la poussière, les émanations, empêchent d'appliquer au plancher même les soins de propreté qu'il réclame. Il sera pourtant difficile de lutter contre cette habitude de sensualité et qui procure au luxe une occasion de paraître; au moins faut-il prescrire que ces tapis soient fréquemment levés, battus, exposés au grand air, et même, dans des cas particuliers, désinfectés.

Tous les locaux dont il vient d'être question sont soumis à des nettoyages quotidiens ou hebdomadaires, selon le cas et selon la vigilance du maître. Malheureusement, cette opération bien intentionnée est régulièrement un *époussetage*, qui ne fait que déplacer la poussière et remettre dans l'air ambiant les microorganismes qu'on aurait pu croire fixés. Il faut absolument perdre cette habitude barbare, prescrire aux domestiques d'*essuyer* et non d'épousseter, et remplacer les balais et plumeaux traditionnels par de la peau douce, du linge fatigué, humecté quand c'est compatible avec l'intégrité des surfaces ou des objets à nettoyer. Une sérieuse amende serait légitimement appliquée aux femmes de chambre qui secouent odieusement les tapis par les fenêtres.

Cabinets d'aisances. — Nous n'envisagerons ici que le local, nous réservant d'étudier séparément la vaste question des appareils destinés à recevoir les excrétions humaines et des moyens de les éloigner de l'habitation.

C'est l'endroit qui doit le moins être sacrifié; le soin et même la recher-

che qu'on y apportera entraîneront des précautions corrélatives dans la construction des appareils et bénéficieront tout d'abord à la propreté et, par conséquent, à la salubrité de la maison. Le cabinet d'aisance, sans avoir besoin d'être très spacieux, réclame plus impérieusement que d'autres locaux de l'air et de la lumière; de la lumière, parce qu'il serait difficilement maintenu propre sans cette condition; de l'air, parce que les appareils les mieux compris ne se passent pas d'une désinfection immédiate et intermittente, comme leur fonctionnement même. Cette désinfection immédiate, pour la part qui porte sur le cabinet, ne peut se faire mieux que par l'ouverture d'une fenêtre donnant sur l'extérieur. Celle-ci doit être grande et large ; quelques-uns la veulent même descendant jusqu'au plancher du cabinet, pour assurer l'évacuation des gaz lourds. Dans tous les cas, et il n'est guère besoin de le recommander, on tourne cette fenêtre du côté opposé à la rue; c'est dire que le cabinet d'aisance est généralement reporté sur l'arrière de la maison. E. Trélat voudrait que le cabinet fût parfaitement ensoleillé; le vœu est légitime, mais à condition que les locaux habités aient d'abord pris leur part d'insolation.

Les Américains font plus, sinon mieux. Ils séparent tout à fait le cabinet d'aisance de l'habitation et l'établissent dans un jardin ou une cour à quelque distance. Pour l'atmosphère de l'habitation, c'est un grave souci de moins; mais les locataires doivent souvent en être gênés et si cet avantage devait être acheté au prix de l'installation en permanence de la chaise percée dans la chambre à coucher, la valeur en serait bien amoindrie. En Europe, le cabinet d'aisance est contigu ou même incorporé au logement; il y en a un à chaque étage, lorsque la maison abrite plusieurs familles, et il est difficile qu'il en soit autrement. Dans les maisons peu élevées d'étages et ne renfermant qu'une famille, une bonne pratique serait d'avoir à la fois un cabinet au fond de la cour ou dans le jardin, qui serait habituellement fréquenté, et un autre dans le logement, qui serait réservé aux surprises nocturnes ou aux cas de maladie. Quelques-unes des nouvelles maisons de Lille possèdent cet heureux dédoublement.

Il y a, en France, de si grands progrès à réaliser dans l'éducation hygiénique de la population sur le point qui nous occupe, que l'on ne risque rien de recommander un certain luxe dans l'installation des cabinets d'aisance. Une dalle en mosaïque, un parquet élégant, un siège verni et ciré, des murs stuqués ou peints à l'huile, prêchent la propreté et l'imposent presque. De tels matériaux, d'ailleurs, permettent des lavages, non pour enlever les souillures solides ou liquides, qui ne doivent jamais atteindre les parois du local, mais celles dont les gaz inévitables finissent par les imprégner plus ou moins. Il faut absolument que nous arrivions, même dans les habitations collectives, écoles de tout degré, casernes, hôpitaux, à supprimer ces horribles « latrines à la turque », hangars ouverts et immondes, où l'acte de la défécation s'accomplit à plusieurs, presque en public, que des lavages répétés soir et matin n'empêchent pas d'être ignobles, et contre lesquels aucun procédé de ventilation, aucun désinfectant, ne protège l'atmosphère des demeures voisines. Un jour viendra où les latrines publiques, sous les ponts, dans les gares de chemins de fer, sous la sauvegarde des mœurs nationales, deviendront décentes et abordables, comme elles le sont en Belgique par exemple.

Annexes de l'habitation. — Les *écuries*, quand il y en a, doivent avoir le moins de rapport possible, de sol et d'atmosphère, avec l'habitation des

humains. Le mieux est de les séparer tout à fait ou de leur attribuer un petit pavillon faisant angle sur le flanc de la maison ; quand la bâtisse est commune, l'écurie doit avoir son entrée spéciale et ne pas communiquer par d'autres portes avec le logement. Ce n'est pas trop de 50 mètres cubes d'espace par tête d'animal (Morin). D'ailleurs, l'écurie elle-même sera haute de plafond, à sol dallé ou pavé, avec une pente légère pour l'écoulement spontané de l'urine des animaux, munie de fenêtres et de ventouses d'aération en haut et en bas. Si l'urine des animaux est recueillie, elle sera dirigée vers une fosse à purin étanche, recevant aussi les eaux du fumier. L'emplacement de celui-ci, le plus écarté possible, se fera sur un sol exactement pavé ; l'enlèvement en sera fréquent; il aurait lieu tous les jours qu'il faudrait s'en féliciter ; dans certaine caserne anglaise, le fumier est reçu dans des caisses de tôle et transporté au dehors quand les caisses sont pleines, comme on le fait des fosses mobiles.

Les *cours* et les *jardins*, il est à peine besoin de le dire, assainissent l'habitation, puisque la façade qui regarde le jardin ou la cour est en plein air et que le maintien de ces espaces libres est une garantie contre la densité excessive de la population par rapport à la surface. Mais il ne faut pas que ces termes de cour et de jardin n'aient que la valeur d'une étiquette mensongère ; on décore quelquefois du nom de *cour*, dans les bâtisses énormes des grandes villes, une sorte de fente ou de puits hors terre, qui n'a guère plus d'un mètre de largeur, destiné simplement à faire pénétrer un peu de lumière dans les arrière-pièces de deux maisons accolées en un seul massif. Ce mince bénéfice ne compense pas l'inconvénient de l'entassement architectural et de l'encombrement humain, que cet artifice permet de réaliser. Quand on songe qu'à Paris, les hygiénistes réclament un minimum de surface de 8 mètres carrés et même de 4 mètres carrés pour ces *courettes* et ne peuvent l'obtenir, on conviendra que les propriétaires sont trop peu traitables et que l'administration les protège d'un façon excessive.

Une controverse s'est élevée (J. Jeannel, Fonssagrives) sur la question de savoir si le voisinage des arbres est avantageux ou nuisible à l'habitation. Il semble que le problème ne soit pas si difficile à résoudre ; il est évident que la végétation et la verdure sont choses agréables et utiles, au voisinage de l'habitation ; mais que les grands arbres deviennent défavorables s'ils couvrent de leur ombre une partie plus ou moins considérable de la maison, dans nos pays où les étés sont fort courts et où l'on doit rechercher la lumière et l'assèchement, bien plus souvent que l'on n'a à craindre les excès d'irradiation solaire. A Montpellier, ce ne serait peut-être pas la même chose.

Orientation. Rapports des pièces entre elles. — Il y a de notables divergences entre les hygiénistes relativement à la meilleure orientation de la maison. Personne ne conteste le principe : que l'*habitation doit être ensoleillée pendant une partie du jour;* mais on en comprend diversement l'application, ou bien encore on fait fléchir le principe devant les nécessités particulières.

Une maison isolée, qui veut recevoir beaucoup de soleil sur sa façade principale, tourne celle-ci vers le midi, ou le sud-ouest, ou le sud-est; mais la façade opposée reste éternellement dans l'ombre et prend un aspect assez triste. Un micrographe, qui tient à recevoir constamment une lumière douce et égale, préfère que ses fenêtres s'ouvrent au nord et, pour l'hygiène de la vue, nous verrons que l'on peut étendre cette pratique aux salles d'école.

Dans un double alignement de maisons, comme est la rue d'une ville, si un rang de façades est tourné au sud, l'autre l'est au nord et n'a jamais de soleil. Bien plus, les maisons qui regardent le midi, lorsqu'elles appartiennent à un groupe, ne sont pas dans les meilleures conditions pour recevoir la chaleur et la lumière solaires. La direction de rue recommandée en Allemagne (Stübben) est de sud-est à nord-ouest ou nord-est à sud-ouest; en France, on conseille en général la direction du nord-est au sud-ouest. C'est une tradition; mais, comme le fait remarquer Zuber, elle ne repose pas sur « des données scientifiques et précises ». A. Vogt (de Berne), constatant d'abord l'influence heureuse de l'insolation directe sur l'assèchement des parois, la nécessité d'y soumettre surtout le rez-de-chaussée et le sous-sol, sa valeur sanitaire telle qu'il y a une différence de 13 p. 100 dans la mortalité au préjudice du côté non ensoleillé, a soumis la question de l'orientation et de la largeur des rues à des calculs mathématiques. Or, ce sont les façades qui regardent l'est et l'ouest qui emmagasinent le plus de chaleur parce qu'elles reçoivent les rayons du soleil suivant une ligne plus rapprochée de la perpendiculaire, tandis que ces rayons tombent nécessairement d'une façon très oblique sur la façade qui regarde le sud. Posant en fait que quatre heures d'insolation par jour sont nécessaires à la façade d'une maison jusqu'à son pied, même au jour le plus court de l'année (21 décembre), Vogt trouvait qu'à Berne (46°, 57′ lat. N.), l'insolation ne peut être suffisante qu'avec des rues d'une largeur supérieure à la hauteur des maisons et avec l'*orientation méridionale*, c'est-à-dire du sud au nord, dite aussi *royale*. Clément estime que l'on doit réduire la durée de quatre heures d'insolation, exigée par Vogt, sous peine de porter à des dimensions outrées la largeur des rues, quand il s'agit de villes situées au delà de 50 degrés de latitude.

D'autre part, en cherchant à évaluer expérimentalement et par le calcul la quantité de calorique absorbé respectivement par chaque façade d'une maison, suivant l'exposition, Ad. Vogt a obtenu, pour le 25 juin et le 29 juillet 1879, jours pendant lesquels le ciel est resté constamment pur (à Berne), les résultats suivants :

Calories absorbées de 5 heures du matin à 7 heures du soir.

	Paroi est	Paroi ouest	Paroi sud	Prop. p. 100
Le 25 juin.........	5342	3994	3630	100.75.68
Le 29 juillet.......	4386	3840	3780	100.88.86

C'est donc la paroi sud qui a absorbé le moins de chaleur, tout en étant exposée au soleil plus longtemps que les deux autres. Ce résultat, un peu inattendu, prouve que l'angle d'incidence des rayons solaires prédomine sur « la force absolue

de l'insolation ». Il est à remarquer que l'auteur expérimentait, non sur une maison véritable, mais sur trois tables de *molasse*, encadrées de bois, de $0^m,50$ carrés de surface et de 14 millimètres d'épaisseur, et disposées en fer à cheval de façon à regarder, chacune, l'un des trois points cardinaux indiqués; d'après la quantité extraordinaire de calorique qu'a absorbé cette mince muraille artificielle on peut concevoir ce qu'il en est d'un mur réel, épais de 50 centimètres et de plusieurs mètres carrés de surface.

A Berlin, Flügge, à l'aide de thermomètres enfoncés dans les murailles à des profondeurs variables (thermomètres superficiels à 3 ou 4 centimètres, profonds à 35 centimètres), a constaté que la paroi nord, qui n'est guère touchée par le soleil, conserve sensiblement la même température pendant toute la journée et à toute profondeur; que la paroi sud présente, elle aussi, une température uniforme, nuit et jour, de 2,5 à 3 degrés supérieure à la première; qu'enfin les oscillations les plus importantes sont celles des parois est et ouest, qui sont, il est vrai, dépourvues de fenêtres. Zuber expose ainsi qu'il suit les oscillations des thermomètres appliqués à ces deux parois. « Le thermomètre profond de la paroi est monte rapidement dès le matin jusqu'à 3 heures du soir, époque du maximum, et à partir de ce moment descend insensiblement jusqu'à 6 heures du matin. La hauteur absolue du maximum est très remarquable; à $0^m,30$ de profondeur, elle est de 7 à 8 degrés au-dessus de la température moyenne de la journée et de celle des murs soustraits à l'action du soleil.

« Le thermomètre superficiel de la même paroi présente naturellement des oscillations moins apparentes, dont les maxima et minima sont retardés par suite du temps que la chaleur met à cheminer dans la muraille; le maximum, qui se fait sentir entre 9 et 10 heures du soir, est inférieur de 3 à 4 degrés à celui de la profondeur. Le minimum qui arrive vers 9 heures du matin, est peu important, parce que, à cette heure, l'influence de l'air chaud se fait déjà sentir à travers les fenêtres, ouvertes ou fermées.

« Le thermomètre profond de la paroi ouest indique, à partir du matin, une ascension graduelle; à partir de midi, une élévation rapide; le maximum, à 9 heures du soir, est encore plus élevé que sur l'autre paroi. Le thermomètre superficiel donne des résultats à peu près semblables à ceux de la paroi opposée, sauf que le maximum coïncide avec 3 heures du matin.

« Il semble résulter de cela, d'après la situation relative des maxima et des minima, que la chaleur met en moyenne *six heures pour pénétrer de l'extérieur à l'intérieur* de murailles ayant une épaisseur ordinaire ($0^m,50$). »

Les murailles peuvent donc, avec une orientation convenable, devenir des réservoirs importants de chaleur. La conclusion dépend du point de vue que les circonstances imposent à l'hygiéniste et l'on comprend aisément, avec Zuber, que Vogt s'applaudisse, en songeant aux longs hivers de Berne, du même fait que Flügge déplore, en considérant les quartiers ouvriers de Berlin, auxquels on peut, partout, adjoindre les logements des combles. En effet, après avoir fait un calcul très large des moyens dont disposent les habitants de ces demeures pour perdre les 2,700 calories physiologiquement réglementaires (Helmholtz), l'auteur arrive à cette conclusion que « la déperdition de calorique de notre corps devient, dans des locaux étroits et encombrés, un *problème difficile* à résoudre ». Aussi pense-t-il qu'une part de la mortalité excessive des enfants à Berlin, pendant les mois d'été et dans les étages supérieurs, peut bien ne pas dépen-

dre uniquement d'une alimentation défectueuse. Nous sommes d'autant plus de son avis que nous avons montré ailleurs comment, d'après les résultats de la statistique, la mortalité infantile s'élève uniformément à l'époque des chaleurs, quel que soit le milieu. La mauvaise alimentation et l'été s'associent, d'ailleurs, trop bien dans le même effort de destruction.

Les procédés de Vogt ont été appliqués par Clément (de Lyon) au calcul des rapports de la largeur des rues avec la hauteur des maisons pour des latitudes diverses. Le même savant médecin a judicieusement introduit dans le problème l'élément *luminosité* et l'actinométrie locale. Mais ce sont des résultats qui se représenteront dans l'Hygiène urbaine. Pour la pratique, les maisons isolées peuvent tourner leur façade vers un point intermédiaire entre le sud et l'est ou entre le sud et l'ouest. Knauff regarde même comme très bonne l'exposition au sud, que le vulgaire recherche souvent, et qui ne s'échauffe pas à l'excès; la plus mauvaise de toutes, selon lui, serait l'exposition à l'est, recommandée par Vogt. Évidemment, il s'agit ici de savoir si l'habitation est dans le cas d'avoir à redouter la chaleur. En d'autres termes, la règle est variable selon les latitudes et ce que nous pouvons en retenir, c'est que *toute maison a besoin d'être ensoleillée*, mais non échauffée à l'excès.

Quelle que soit l'orientation de la maison, il y a toujours un choix à faire quant à l'installation respective des pièces, selon la destination de chacune. Celles où l'on séjourne davantage ont le plus besoin d'être atteintes par les rayons solaires. Aussi conseille-t-on d'établir préférablement les *locaux de jour* au sud, la chambre à coucher à l'est, la salle à manger, la cuisine, le cabinet d'aisance, au nord.

Groupement des habitations. — Rapport avec la surface. — Les bâtiments d'habitation sont isolés ou groupés : dans le second cas, ils ont un petit nombre d'étages ou bien cinq, six, sept étages superposés; ils servent à une seule famille ou à de nombreuses familles. Ces circonstances différentes influent diversement aussi sur la pureté de l'air et l'intégrité du sol, au voisinage immédiat de l'habitation.

Dans les villes françaises et même dans la plupart des villages, c'est le système du groupement par contact des maisons qui prédomine; à Paris et dans beaucoup d'autres villes importantes de notre pays, de même qu'en Allemagne (États du Sud), les maisons sont groupées en longues rues à double file ou en massifs et îlots, qu'on appelle encore « pâtés » de maisons; de plus, elles ont beaucoup d'étages superposés et, souvent, plusieurs familles à chaque étage. Lille, avons-nous dit, fait une heureuse exception; elle a bien les rues et les massifs polygonaux d'habitations accolées; mais assez ordinairement, il y a une maison pour une seule famille.

Aux États-Unis d'Amérique, dans l'Allemagne du Nord (à Brême spécialement), en Hollande, dans la Frise orientale, à Zurich, en Angleterre surtout, l'on a également la salutaire habitude d'une maison pour une famille unique; c'est, à vrai dire, la seule façon d'être à peu près chez soi dans une vaste cité : *my house is my castle.* Londres continue à la prati-

quer, sans crainte d'exagérer son effroyable étendue. Quand on fait plus et que la maison est entourée d'un jardin, ou tout au moins « sise entre cour et jardin », l'on a réalisé le « *Cottage-System* », autant que le terme puisse trouver son application dans une grande ville. Quelques villages modernes, autour de Paris, ont inauguré méthodiquement le Cottage-System et, comme on pense, s'en trouvent bien ; à vrai dire, ce n'est pas là qu'il est le plus nécessaire de se donner de l'espace. Autour de Lille, dans le Pas-de-Calais, en Normandie, les villages sont souvent construits sur ce type ; malheureusement, la maison disparaît sous les grands arbres, que l'on a plantés tout contre et qui, en y entretenant l'humidité, lui font perdre une part du bénéfice de son isolement.

D'après une statistique, à vrai dire un peu ancienne (1869), pour un bâtiment d'habitation, et pour tout le pays, il y a en France 4,9 habitants ; en Angleterre et pays de Galles 5,1 ; en Belgique 5,2 ; en Irlande 5,6 ; en Hollande 5,9 ; en Italie 5,9 ; en Espagne 5,9 ; en Bavière 6,2 ; aux États-Unis 6,3 ; en Norvège 6,4 ; en Autriche 6,6 ; à Bade 6,8 ; en Hanovre 6,9 ; en Suisse 7,2 ; en Prusse 8,9 ; en Saxe 9,7. Dans les villes seules, il y a par maison : en Belgique 6,3 individus ; en Hanovre 8,4 ; en Suisse 8,8 ; en Bavière 10,2 ; en Norvège 11,5 ; en Prusse 12,7 ; en France 13,1 ; en Saxe 14,8. Relativement à la densité des habitations par rapport à la surface du territoire, on compte par mille carré : aux États-Unis, 36 bâtiments ; en Norwège 46 ; en Espagne 281 ; en Hanovre 401 ; en Prusse 425 ; en Autriche 438 ; en Suisse 462 ; en Bavière 563 ; en Irlande 679 ; en Italie 715 ; dans le duché de Bade 752 ; en France 774 ; en Saxe 890 : aux Pays-Bas 934 ; en Angleterre et pays de Galles 1,441 ; en Belgique 1,624. On voit par là que c'est l'Angleterre et la Belgique qui réunissent les meilleures conditions d'hygiène puisqu'elles ont à la fois le plus grand nombre d'habitations par rapport à l'unité de surface et presque les plus petits chiffres d'habitants par maison.

Suivant une autre statistique (citée par Wiel et Gnehm), on compte, pour une maison, 8 habitants à Londres, 32 à Berlin, 35 à Paris, 52 à Pétersbourg, 55 à Vienne. Or, la mortalité pour 1,006 habitants, qui est de 35 à Vienne (d'Avigdor), n'est que de 25,4 à Paris et de 22 à Londres. Il semble donc que la mortalité diminue dans une proportion semblable à celle dont les habitants s'étendent en surface.

La surface totale de Paris, selon Alex. Boulanger, représente aujourd'hui environ 133 mètres carrés par habitant (en admettant une population de 2,000,000 d'âmes). Mais cette moyenne de surface, si avantageuse, s'évanouit quand on envisage tel quartier spécial, telle maison de ce quartier. Ainsi, pour le quartier Saint-Gervais, qui n'est pas un des plus populeux de Paris et qui est traversé par quelques larges voies (rue de Rivoli, quais), la moyenne par habitant n'est que de $8^{mq},55$; pour certains îlots de ce même quartier, elle s'abaisse à $1^{mq},67$. Tollet estime à 40 mètres carrés par habitant la surface dont dispose la population parisienne. A Londres, elle serait le double.

Il serait difficile et téméraire de fixer un minimum de *surface* par tête. Nous croyons, du reste, que cette surface doit augmenter dans les habitations collectives ; c'est le contraire de ce qui se passe. Elle doit augmenter encore dans les habitations qui n'ont que du terrain bâti, sans cour ni jardin. Les hygiénistes allemands, réunis à Stuttgard en 1879, veulent que la surface carrée des dortoirs des logements d'ouvriers ne soit pas inférieure à 4 mètres carrés par individu ; mais, s'il y a quatre étages pareils et occu-

pés dans la maison du logeur, la surface de terrain n'est plus que de 1 mètre carré par personne, en supposant qu'il n'y ait pas de jardin ni de cour. Dans de pareilles conditions et même avec un cubage suffisant, l'on conviendra que les locataires ne sont pas encore bien loin de l'entassement. Le docteur Pistor, rapporteur de cette question, remarque judicieusement que, pour une pièce donnée, la surface ne saurait être remplacée par la hauteur; autrement, l'on pourrait arriver à une multiplication malheureuse des pièces contiguës sur le même plan, on se tasserait dans le sens de la latéralité. J'en conclurais volontiers que, plus une maison est haute, ou mieux : plus elle a d'étages habités, plus large doit être sa base; car des hommes superposés quatre par quatre ne sauraient ne pas s'écarter quatre fois autant que des hommes logés un par un, si l'on veut conserver une salubrité égale.

Les règlements militaires français exigent une surface de $3^{mq},75$ à 4 mètres par homme dans les casernes; en réalité, nos bonnes casernes (elles sont rares) disposent de 10 à 15 mètres de terrain bâti ou non bâti par homme. La commission anglaise de 1857 a estimé à 9 mètres de *terrain bâti* le minimum de surface à allouer à chaque homme. Cette fixation nous paraît rigoureusement applicable aux logements d'ouvriers et à toute habitation collective.

Rapports de voisinage. — La maison est d'autant plus salubre qu'elle est plus en plein air; par conséquent, le voisinage de toute autre bâtisse lui est défavorable. C'est une question d'hygiène urbaine de compenser le resserrement des habitations les unes contre les autres par la conservation d'espaces libres, rues, boulevards, places, squares, qui soient comme les poumons de l'être collectif. Mais encore y a-t-il des voisinages plus fâcheux que d'autres; celui des hautes bâtisses qui portent ombre, églises, palais, théâtres; celui des usines, qui est bruyant, poussiéreux, odorant parfois; celui des abattoirs, des tanneries, et de tout établissement où se manipulent des matières animales. Le voisinage des hôpitaux soulève la question de la propagation des contages à distance par l'air, dont nous nous sommes déjà occupé (p. 332). Les rives des cours d'eau sont recherchées, avec raison; c'est un embellissement du site et c'est un drainage naturel. En revanche, il faut s'éloigner des marais et, particulièrement, s'éloigner en hauteur.

Variété et formes des habitations. — Dans les sociétés civilisées, il y a deux grands groupes d'abris : les *habitations privées* et les *habitations collectives*. Ce sont surtout celles-ci qui prennent des formes plus ou moins imposées par leur destination spéciale. On les appelle, selon les cas, *écoles*, *pensionnats*, *lycées*, *tentes*, *casernes*, *hôpitaux*, *prisons*, etc. En d'autres termes, ce sont des spécialisations de l'habitation, qui n'échappent assurément pas aux règles générales tracées dans ce chapitre, mais qui réclament une nuance particulière dans l'application de ces règles, en raison de conditions nouvelles ou plus pressantes. C'est dire que les développements qui s'y rapportent appartiennent à la IIe PARTIE de ce livre.

Nous terminerons par la reproduction d'un certain nombre des articles

adoptés par la *Réunion des hygiénistes allemands*, à Munich (1875), au sujet des *Exigences de l'hygiène vis-à-vis des constructions neuves*. On les comparera avec le projet adopté par la *Commission des logements insalubres* de Paris, que nous donnerons avec l'HYGIÈNE URBAINE.

III. — 11. Toute construction particulière sera soumise à l'approbation préalable des plans, laquelle sera délivrée lorsque l'examen de ces plans aura montré, non seulement que les bâtisses seront solides et garanties contre l'incendie, mais encore qu'elles satisfont à l'hygiène. Cette approbation est exigible de la part de l'État et de la commune aussi bien que des particuliers.

12. On aura soin de n'installer nulle part d'établissements qui pourraient porter préjudice aux lots de terrain voisins ou aux constructions qui s'y trouvent, par le fait d'ébranlements du sol, de dégagements de gaz, de vapeurs, d'odeurs, par la fumée, la poussière, à un point tel que les habitants du lot voisin, dans les conditions de la susceptibilité ordinaire, voient leur santé compromise, ou en soient gravement incommodés, ou que les objets qui s'y trouvent soient notablement exposés, lors même qu'ils seraient d'une susceptibilité exceptionnelle.

Les lieux d'aisances, places à fumier, puits, et toute autre installation analogue, seront établis à une telle distance de la propriété voisine, ou dans de telles dispositions, qu'ils ne puissent compromettre en rien le terrain du voisin, ses bâtiments, ses puits, les locaux à son usage.

13. Le sol de chaque lot doit être soigneusement examiné. S'il est marécageux ou qu'il puisse être insalubre pour quelque autre cause, on enlèvera les couches suspectes, que l'on remplacera par du sable, par une terre sèche. En général, avant de bâtir, il sera toujours prudent d'opérer cet enlèvement sur la couche végétale.

14. On assurera le parfait asséchement du sol, principalement de la cour et du bâtiment. Les ordonnances publiques interdiront toute souillure du sol par les fosses absorbantes ou autres pratiques analogues, aussi bien que tout emmagasinement d'immondices solides ou liquides. L'éloignement le plus rapide, le plus complet et le plus salubre des eaux ménagères est assuré par un système de conduites à l'égout, convenablement exécuté.

15. La jonction obligatoire de chaque lot, dès qu'il est bâti, au système général d'évacuation des eaux est imposé par l'hygiène. L'évacuation des eaux de chaque maison n'est pas moins importante pour la santé ni moins délicate à réaliser que la canalisation générale; on ne devra donc pas, sur ce point, s'en remettre simplement aux soins particuliers; il faut tout au moins que les autorités prescrivent les mesures à prendre et en surveillent l'exécution. Les tuyaux d'évacuation, de bonne qualité et à joints étanches, doivent le plus possible passer, non sous la maison, mais latéralement, pour aller se brancher sur l'égout de la rue.

16. Les propriétaires ou locataires ne pourront arguer des qualités comme engrais, ni de la valeur vénale des excréments humains pour faire opposition aux mesures générales d'éloignement des immondices.

Il appartient à la police locale de décider si les excréments humains seront dirigés à l'égout avec les eaux ménagères ou si l'on pratiquera quelque autre procédé qui n'exclue pas moins tout emmagasinement des matières et toute souillure de l'air et du sol. A cet égard, on donnerait la préférence aux fosses mobiles (tinettes) fréquemment remplacées; on admettrait, dans de grands jardins, les cabinets à la terre sèche *(Dry-Earth-Closets)*, ou toute autre installation qui atteignît au même but. Dans aucun cas, on ne doit tolérer les fosses fixes, si bien maçonnées et cimentées qu'elles puissent être.

17. Chaque habitation, et même chaque étage constituant une demeure particulière, doit avoir un cabinet d'aisance recevant l'air et la lumière du dehors par une fenêtre spéciale.

Les fosses à fumiers doivent être étanches, bien fermées et ne jamais subir de trop-plein.

18. A tout bâtiment d'habitation nouveau doit être amenée de l'eau fraîche et pure en quantité suffisante. S'il y a une distribution d'eau générale, chaque maison, ou plutôt chaque habitation (chaque étage, s'il y a lieu) doit recevoir sa conduite d'eau particulière. S'il n'y a pas d'installation de ce genre, chaque lot de terrain supportant une maison d'habitation sera pourvu d'un puits d'une profondeur suffisante et creusé à la place convenable. Cette place, ainsi que les propriétés de l'eau, seront déterminées par un expert.

19. On ne permettra d'habiter les nouvelles bâtisses qu'après avoir vérifié leur asséchement.

20. Un bon drainage du sol et l'emploi de matières peu hygroscopiques sont de première importance; on peut y ajouter les tranchées d'aération autour de la maison, les couches isolantes dans la muraille et toute disposition qui empêche l'ascension de l'humidité dans les murs.

21. Les constructions et leurs compartiments doivent être, dans l'ensemble et dans chaque local destiné à être habité, disposés et partagés de telle sorte, faits de matériaux tels que l'air et la lumière y trouvent un libre accès, que l'habitation soit sèche et ne puisse nuire à la santé. Il convient donc de donner aux pièces le plus fréquemment occupées et aux chambres à coucher l'exposition au sud, tandis que l'escalier, la cuisine, la salle à manger, les cabinets de toilette et d'aisance seront tournés au nord. Tous les locaux où l'on séjourne, où l'on dort, où l'on travaille, de même que la cuisine et les cabinets d'aisances, doivent avoir une ou plusieurs fenêtres s'ouvrant sur l'extérieur.

22. En ce qui concerne l'étendue à bâtir, dans un lot de terrain, la police locale devra exiger qu'il soit assuré à toute pièce destinée à un séjour prolongé des humains, un facile échange d'air et le libre accès de la lumière sous un angle d'incidence de 45° au plus avec l'horizon.

23. Une paroi latérale d'habitation, dans laquelle sont percées les fenêtres de la chambre à coucher ou d'autres pièces où l'on séjourne, doit être distante du mur d'en face d'au moins la hauteur de celui-ci. Là où les habitations s'élèvent déjà, plus rapprochées que ne le comporte cette règle, on exigera que les constructions nouvelles soient séparées des maisons opposées par une distance au moins égale à la demi-hauteur de ces dernières, distance qui ne peut jamais être inférieure à 5 mètres. Si les deux parois en regard ont l'une et l'autre des fenêtres, on appliquera ces règles à chacune d'elles respectivement. Lorsqu'une d'elles a moins de 8 mètres de hauteur, la distance peut être réduite aux deux tiers de la mesure qui ressort des fixations précédentes.

24. La hauteur d'une maison sur la rue ne doit pas dépasser la largeur de la rue. Cette hauteur se mesure de la surface de la chaussée au toit de l'étage le plus élevé, y compris le toit des mansardes et la demi-hauteur du faîtage. La largeur de la rue se mesure entre les façades de deux maisons opposées, y compris le jardin d'entrée ou tout autre espace non bâti, s'il y a lieu.

Aucune maison particulière ne doit avoir plus de cinq étages, en y comprenant l'entresol et les mansardes.

25. La hauteur intérieure des pièces où l'on séjourne et des chambres à coucher ne doit pas être au-dessous de 3 mètres. On tolérera 2m,7 pour l'entresol et pour l'étage supérieur.

26. Le sol du rez-de-chaussée doit être au moins à $0^m,6$ au-dessus du pavé de la rue.

Tout bâtiment d'habitation doit être sur caves. Lorsque la nature du sol ne le permet pas, ou qu'on adopte une méthode différente, il faut revêtir la surface du terrain de fragments tassés (*Concretlage*); le plancher en bois du rez-de-chaussée en sera séparé par une couche d'air d'au moins 30 centimètres de hauteur.

28. On interdira, en principe, l'habitation de tous les locaux (caves, sous-sols) qui ne se trouvent que partiellement hors de terre. Lorsque, pour des raisons économiques ou commerciales, de tels locaux (cuisines, ateliers) doivent être occupés d'une façon durable, on y ménagera des dispositions qui garantissent la santé des habitants. Spécialement :

On ne fera pas de sous-sols dans des quartiers sujets aux inondations;

Le sol du logement souterrain sera au moins à 1 mètre au-dessus du plus haut niveau présumé de la nappe souterraine; la moitié au moins du sous-sol sera hors de terre et le sommet de la fenêtre sera à 1 mètre au-dessus du niveau du trottoir. Il pourrait être admis une atténuation à ces règles, si le souterrain était isolé de la terre environnante au moyen d'une tranchée de ventilation, d'une largeur au moins égale à la hauteur dont le sous-sol plonge en terre. — Indépendamment des fenêtres, ces locaux doivent être ventilés par des cheminées d'appel ou tout autre appareil efficace;

Ces locaux ne doivent jamais avoir l'exposition nord. On ne les admettra que dans des maisons situées sur une place ou sur des rues dans lesquelles les maisons d'en face, de la chaussée au bord du toit, ne sont pas plus hautes que la rue n'est large. Cette règle est applicable aux cas dans lesquels les sous-sols s'ouvrent sur une cour ou un jardin;

On recommande en avant des locaux en sous-sol, dans toute leur longueur, un canal à air, d'isolement et de ventilation, dont le fond descende plus bas que le sol du local, au moyen d'un mur isolant, distant d'au moins $0^m,25$ du mur extérieur;

Le sol du local souterrain (à moins qu'il ne repose déjà sur une cave) sera fait d'une couche de béton épaisse de $0^m,15$ sur laquelle seront placées les poutrelles et le plancheyage, si l'on ne préfère les dalles et le carreau, comme pour les cuisines, par exemple.

29. L'habitation des *combles* et de toute pièce susceptible d'être chauffée sous le toit ne sera autorisée que dans les constructions qui n'ont pas plus de quatre étages, y compris le rez-de-chaussée, et sous les conditions suivantes : l'ensemble de ces logements occupera l'avant-toit et ne sera pas sur les entraits; ils auront des parois en maçonnerie ou tout au moins en charpente revêtue de maçonnerie; il y aura une hauteur intérieure minima de $2^m,70$ dans au moins la moitié du local, et des fenêtres en nombre suffisant pour donner un libre accès à l'air et à la lumière.

30. L'escalier, suffisamment large, recevra assez d'air et de lumière pour pouvoir servir à la ventilation naturelle de la maison.

33. Les cuisines doivent recevoir l'air du dehors et non d'un autre compartiment de la maison; elles auront leurs fenêtres particulières.

34. On devra reléguer les écuries et les dépôts de fourrages sur les ailes de la construction. Si l'on habite au-dessus, les écuries doivent être soigneusement ventilées. On exclura des habitations urbaines les étables à porcs.

Bibliographie. — Allard : *Projet de règlement adopté par la commission des logements insalubres* (Annal. d'hyg., IV, p. 545, 1880). — Lang : *Neuere Versuche über das*

hygroscopische Verhalten van Baumaterialien bei Temperaturen über und unter 0° (Zeitschrift f. Biologie, XVI, p. 443, 1880). — RIANT (A.) : *Hygiène du cabinet de travail.* Paris, 1881. — POINCARÉ (L.) : *Sur l'hygroscopicité des matériaux de construction* (Annal. d'hyg., VI, p. 36, 1881). — LAYET (A.) : *De la porosité des matériaux de construction* (Rev. d'hyg., III, p. 461, 1881). — CARPENTER (Alfred) : *On domestic health* (British medic. Journal, 20 décemb. 1881). — PRIDGIN TEALE : *A pictorial Guide to sanitary defects.* 3e éd. London, 1881. — HUDELO (A.) : *Le nouveau règlement sur les constructions neuves dans Paris* (Ann. d'hyg., VII, p. 305, 1882). — MARTIN (A.-J.) : *Rapport sur des projets de revision de la loi du* 13 *avril* 1850 *sur les logements insalubres* (Rev. d'hyg., IV, p. 468, 1882). — POINCARÉ (L.) : *Recherches sur les conditions hygiéniques des matériaux de construction* (Annal. d'hyg., VIII. p. 173, 1882). — DU MESNIL (O.) : *L'habitation du pauvre à Paris* (Rev. d'hyg., IV, p, 956, 1882). — PHILIPPE (G.) : *De l'humidité dans la construction et des moyens de s'en garantir*, 2e éd. Paris, 1882. — MURPHY (S.-F.) : *Our homes and how to make them healty.* London, 1883. — TRÉLAT (E.) : *Influence exercée par la porosité des murs sur la salubrité des habitations et précautions qu'elle suggère* (IVe Congrès internat. d'hygiène, à Genève. Comptes rendus, II, p. 361. Genève 1883). — *Règlement sur les bâtisses dans la ville de Bruxelles* (Ann. d'hyg., IX, p. 447, 1883). — FODOR (J. v.) : *Ueber den Einfluss der Wohnungsverhältnisse auf die Verbreitung von Cholera und Typhus* (Archiv f. Hyg., II, p. 257, 1884). — EMMERICH (Rud.). *Pneumoniecoccen in der Zwischendeckenfüllung als Ursache einer Pneumonie-Epidemie* (Archiv f. Hyg., II, p. 117, 1884). — DU MÊME : *Die Verunreinigung der Zwischendecken unserer Wohnräume in ihrer Beziehung zu den ectogenen Infectionskrankheiten* (Zeitschr. f. Biologie, XVIII, 1885). — HÜLMANN : *Ueber die durch das Wohnen in neugebauten Häusern bedingten Krankheiten, deren Ursachen und Vermeidung* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspflg., XVII, p. 418, 1885). — VENTURI (Luigi) : *Descrizione di un nuovo sistema di costruzione della camere salubri.* Bologna, 1885. — RECKNAGEL : *Vortheile und Nachtheile der Durchlässigkeit von Mauern und Zwischenböden der Wohnräume* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspflg., XVII, p. 73, 1885). — MASSON (L.) et MARTIN (A. J.) : *Les maisons « salubre et insalubre » à l'Exposition internat. d'hyg. de Londres* (Rev. d'hyg., VII, p. 21, 1885). — PUTZEYS (Félix) et PUTZEYS (E.) : *L'hygiène dans la construction des habitations privées,* 2e éd. Paris-Liège, 1885. — NUSSBAUM (Chr.) : *Hygienische Forderungen an die Zwischendecken der Wohnhäuser* (Archiv f. Hyg., V, p. 265, 1886). — DU MÊME : *Ueber Kellerfeuchtigkeit* (Gesundheits-Ingenieur, 15 mai 1887). — DU MÊME : *Ein Beitrag zu den Zwischendeckenconstructionen* (Gesundheits-Ingenieur, n° 11, p. 368, 1887). — UTPADEL : *Ueber einen pathogenen Bacillus aus Zwischendeckenfüllung* (Archiv f. Hyg., VI, p. 357, 1887). — VENTURI (L.) : *Per le case degli operai.* Bologne, 1887. — TRÉLAT (EM.) : *La salubrité des édifices et des villes* (Revue scientifique, 1887).

Consulter. VARRENTRAPP und BURKLI-ZIEGLER : *Ueber die hygienischen Auforderungen an Neubauten, zunächst in neuen Quartieren grösserer Städte* (3te Versammlung d. D. Vereins f. öff. Gesundheitspfl. *in* D. Vierteljahrsschrift f. öff. Gesundheitspflg., VIII, p. 37, 1876. — FODOR (J.) : *Das gesunde Haus und die gesunde Wohnung.* Braunschweig, 1878. — VOGT (Ad.) : *Resultate von Versuchen über die Einwirkung der Wärmestrahlen der Sonne auf die Hauswandungen* (Zeitschr. f. Biologie, XVI, 1879). — FLÜGGE (C.) : *Das Wohnungsklima zur Zeit des Hochsommers.* Leipzig, 1879. — VALLIN (E.) : *De quelques accidents produits par les papiers de tenture récemment appliqués* (Rev. d'hyg., II, 1880).

IV. L'habitation, milieu respiratoire.

L'homme et les animaux, à l'air libre, vivent de cet air et lui rendent des matériaux de déchet; mais cette consommation et ces impuretés disparaissent immédiatement dans la masse atmosphérique, grâce à son énormité et à ses mouvements incessants. Lorsqu'au contraire nous séjournons sous des abris à parois compactes ou perméables, leur atmosphère limitée cesse plus ou moins complètement d'être en communication avec l'océan aérien extérieur et subit, sous son cube restreint, toutes les conséquences des actions vitales auxquelles l'air doit participer. Cette atmosphère perd progressivement ses qualités positives et en acquiert

d'autres de plus en plus suspectes ou offensives. Pour bien dire, c'est un milieu usé, par conséquent insuffisant et qui ne tardera pas à être nuisible.

Il s'agit donc d'abord et tout au moins de retarder l'altération de l'air et d'en atténuer le degré, puis de remettre le plus tôt et le plus largement possible l'air intérieur en communication avec l'atmosphère libre, de remplacer même l'air qui a servi par de l'air normal. Tel est le but de la *ventilation*, avec des caractères dont le sens est toujours le même au fond, mais qui, comme on le voit, peuvent varier selon qu'on la veut plus ou moins parfaite. Beaucoup d'hygiénistes se contentent d'une simple *dilution*, à un degré déterminé et assez haut, des impuretés atmosphériques; et il faut reconnaître qu'il est difficile d'obtenir davantage dans certaines habitations. Nous croyons cependant qu'il faut toujours chercher à se rapprocher de l'idéal, c'est-à-dire à substituer de l'air pur à celui qui s'est imprégné des déchets de la vie.

Sources et nature des altérations de l'air. — Les principales sources de l'altération de l'air des lieux habités sont :

1° *La respiration.* — Un adulte consomme en 24 heures 746 grammes (520 litres) d'oxygène et produit 847 grammes (443 litres) d'acide carbonique (Vierordt), c'est-à-dire de quoi porter à 8 ou 10 p. 1000 de CO^2, en vingt-quatre heures, l'air de toute une pièce de 45 mètres cubes, s'il n'était pas renouvelé.

A 16 respirations par minute, d'un volume de 400 à 500 centimètres cubes chacune, l'air normal étant supposé à 4 p. 10,000 de CO^2 et l'air expiré à 4 p. 100, l'homme excrète par jour, en moyenne : $450 \times 0,04 \times 16 \times 60 \times 24 = 414,720$ centimètres cubes d'acide carbonique.

L'âge, le sexe, l'activité ou le repos, la santé ou la maladie modifient naturellement cette moyenne. D'après Andral et Gavarret, l'expiration de CO^2 par heure est : à 8 ans, de $18^{gr},3$; à 15 ans, de $31^{gr},9$; à 16 ans, $39^{gr},5$; 18 à 20 ans, $41^{gr},7$; de 29 à 40 ans, $44^{gr},7$; de 40 à 60 ans, 37 grammes; de 60 à 80, $33^{gr},7$.

Le tableau ci-dessous est emprunté à Wiel et Gnehm :

Production de CO^2 *par heure*, selon Pettenkofer et Voit :

	I. Ouvrier robuste, 28 ans, poids : 72 kilogrammes.		II. Ouvrier tailleur, frêle, 26 ans : 53 kilogrammes.
	Au repos.	Travaillant.	Au repos.
De jour...........	$22^{lit},6$	$36^{lit},3$	$16^{lit},8$
De nuit...........	16 ,7	15 ,0	12 ,7

Production de CO^2 *par heure*, d'après les observations de Scharling :

	Age.	Poids. kil.	CO^2 par heure. lit.
Garçon.............	9 ans 3/4	22,00	10,3
Fille...............	10 —	23,00	9,7
Jeune homme......	16 —	57,75	17,4
Jeune fille.........	17 —	55,75	12,9
Homme............	28 —	82,00	18,6
Femme.............	35 —	65,50	17,0

La production d'acide carbonique diminue pendant le sommeil, dans les états algides, le choléra (Doyère) ; elle augmente de moitié ou du double par la fièvre.

Nous avons vu précédemment (page 377) que, dans les conditions moyennes, un adulte rend par les poumons 286 grammes d'eau en vingt-quatre heures. Quant à la « matière organique » rejetée par le poumon, il est probable qu'elle a été souvent une pure vue de l'esprit de la part des hygiénistes et qu'on a pris pour telle la matière des excrétions de la peau ou du tube digestif (voy. p. 316). Le *poison pulmonaire* de Brown-Séquard et de d'Arsonval est assurément dans l'air expiré ; mais il n'est pas encore absolument certain qu'il vienne du poumon et non point du pharynx ou de la bouche.

2° *Les fonctions de la peau.* — La peau rend un peu d'acide carbonique et beaucoup d'eau : de 500 à 1,500 grammes environ en vingt-quatre heures, chez un adulte, selon la température du moment et l'activité des individus. Cela suffit à amener la saturation aqueuse de l'air dans un local clos et même la condensation de la vapeur. La sueur n'est pas un liquide tout à fait indifférent. Le produit des glandes sébacées ne l'est pas non plus. En outre, le mouvement vital intense qui s'accomplit dans le revêtement épidermique tégumentaire fait tomber dans l'air des locaux de réelles particules organiques. La malpropreté des sujets aggrave le fait, sans parler des odeurs spéciales du corps humain ni de celles des excrétions cutanées, fermentées sur place.

3° *Les fonctions du tube digestif.* — Il s'échappe des deux extrémités du tube digestif, surtout de la part des gens chez qui ces fonctions ne sont pas absolument normales, des gaz fétides et plus ou moins toxiques.

La fameuse expérience de Mantegazza, dans laquelle, des animaux de même espèce et de même poids étant placés sous des cloches de dimensions égales, on voyait vivre beaucoup plus longtemps que les autres ceux dont il absorbait les émanations organiques, au moyen du charbon animal, prouve la toxicité des excrétions cutanées et digestives au moins autant que celle des produits de respiration.

4° *Les divers foyers de fermentation organique et de putridité.* — Tout conspire, autour de l'homme, à multiplier dans ses abris les émanations, les gaz de décomposition organique (carbonés, azotés, sulfurés), les germes des organismes inférieurs qui vivent et se reproduisent dans la putridité. Nos aliments, les ordures ménagères, sont des foyers où ce mouvement biologique inférieur naît et se poursuit sans trêve. Les appareils où se déposent les produits excrémentitiels, solides ou liquides, ceux surtout où on les conserve, sont d'autres foyers d'une intensité plus grande encore. A vrai dire, ces produits ne devraient pas séjourner un seul instant dans l'habitation et il devrait y avoir une interception absolue de tous les gaz de retour à l'orifice des tuyaux qui les éloignent des pièces habitées. Mais comme cette règle d'hygiène est loin d'être appliquée partout, il faut bien tenir compte, dans la ventilation, de la présence possible de ces éléments étrangers.

Il entre des microorganismes du dehors dans nos maisons avec des poussières de toute sorte ; mais comme les pièces habitées en ont plus que la rue, ce sont encore les foyers dont nous venons de parler qui doi-

vent être regardés comme la source des bactéries dans les habitations, de même qu'ils sont, avec l'homme lui-même, la source de ce que nous avons appelé (page 325) l'*animalisation* de l'air.

5° *L'éclairage et le chauffage.* — L'éclairage, tel qu'il reste vulgaire jusqu'aujourd'hui, c'est-à-dire en dehors de la lumière électrique, altère l'air d'une façon sérieuse. Il y introduit surtout de l'acide carbonique, et c'est une des raisons que l'on fait valoir pour substituer l'électricité à la lumière du gaz. Ce qui tendrait à prouver que les hygiénistes ne regardent pas tous CO^2 comme inoffensif. En prenant pour unité le pouvoir éclairant d'une bougie, Erismann a fait les calculs ci-dessous :

Mode d'éclairage.	Consommation par heure.		Pouvoir éclairant.	Production de CO^2 par heure.
	gr.	lit.		lit.
Bougie	20,7		1	11,3
Pétrole : bec fendu	35,5 =	0,045	10	56,8
— bec rond	50,5 =	0,064	7,6	61,6
Lampe à huile	22,4 =	0,025	4 (environ)	31,2
Gaz d'éclairage : bec en fente	140 lit.		7,8	92,8
— bec plat	127		10,0	86,0

De plus, tous les modes d'éclairage possible ajoutent à l'air des vapeurs ou des gaz étrangers, dont quelques-uns sont dangereux par eux-mêmes, comme on le verra plus loin. Il en est de même du chauffage.

6° *Les êtres qui entourent l'homme.* — Les animaux domestiques, dont quelques-uns vivent dans des rapports beaucoup trop intimes avec leur propriétaire, vicient l'atmosphère de la même façon que l'homme. Les plantes en fleur l'impressionnent d'une autre façon, qui a été définie.

Enfin il convient de signaler, parmi les modes d'altération de l'air, quoique ce soit un des moins graves, l'*échauffement* que lui communique la présence d'êtres vivants, la *siccité* et quelques autres défauts qui lui viennent des appareils de chauffage, etc.

Nous avons suffisamment étudié, au chapitre III, les *conséquences sanitaires* de ces diverses altérations de l'air pour n'avoir plus à y revenir. Il nous reste à examiner les moyens de prévenir ou de contrebalancer ces altérations.

Cubage de place. — On s'est dit, d'instinct, que le premier moyen de retarder, dans un espace clos, l'arrivée du degré dangereux de l'altération de l'air est de donner d'emblée à cet espace de vastes dimensions. Cette intuition vague est loin d'être une erreur. Malheureusement il est difficile de fixer le chiffre moyen du cube d'espace qu'il faut assurer à chaque habitant, dans les demeures privées ou collectives. Sans compter que l'espace a trois dimensions et que la question de leurs rapports entre elles n'est pas non plus indifférente.

On prend toujours pour mesure de la viciation de l'air, quand il s'agit d'aération et de ventilation des locaux habités, la proportion de CO^2 dans cet air : 1° parce que ce produit de déchet est une impureté et la plus constante de toutes; 2° parce qu'il suppose presque nécessairement les autres souillures dérivant également de la présence des humains, poison pulmonaire, excrétions cutanées, microbes, excès

de vapeur d'eau ; 3° parce qu'il est facile à doser. Étant connue cette proportion, il est possible de calculer le cube d'air primitif — ou le cube d'air de remplacement — qui est nécessaire pour maintenir l'air intérieur, non pas au taux normal de CO^2 (qui ne dépasse pas 4 p. 10,000, comme nous l'avons vu), mais à un taux qui ne s'en éloigne pas trop considérablement, ou qui, tout au moins, n'inspire pas de sérieuses inquiétudes.

On ne s'expose pas moins, ainsi, à quelques illusions, et tout d'abord en ce qui concerne le *cube de place*. Que l'on ait, par exemple, fixé à 30 mètres cubes l'espace alloué à un soldat, en calculant que cet espace est suffisant pour que l'air ne soit pas à plus de 4 ou 5 p. 1000 de CO^2 au bout des huit heures de nuit que l'homme passera dans sa chambre, portes et fenêtres closes; la prévision est exacte au point de vue où l'on s'est placé. Mais aura-t-on assez fait pour un homme jeune, qui a été en mouvement toute la journée, dont les sécrétions cutanée et pulmonaire sont très actives, dont le tégument est peu net et qui dépose à son côté des vêtements et des chaussures imprégnés de matière organique?

Et pourtant on aura été large en ce qui concerne la consommation d'oxygène et la production de CO^2. Dans un cube de 2 mètres de côté, au bout de huit heures, un adulte n'aurait encore consommé que le dixième de l'oxygène intérieur et porté l'acide carbonique qu'à 18 p. 1000; ce qui n'est pas mortel, ni même compromettant tout d'abord et en soi.

Les dimensions intérieures réclamées par les hygiénistes dépendent des idées que chacun se fait sur les besoins d'air *de renouvellement*. Papillon (cité par Morache), se contenterait de l'introduction de 4 mètres cubes d'air neuf par heure pour un adulte; il demande donc 32 mètres cubes d'espace par homme dans une chambre de caserne, où les soldats passent 8 heures consécutives, fenêtres et portes closes. Wiel et Gnehm, qui ne trouvent pas exagéré un renouvellement de 21 mètres cubes et même de 45 mètres cubes à l'heure, proposent en conséquence 168 ou 360 mètres cubes d'espace par habitant.

Heureusement, la perméabilité des parois rend illusoires ces calculs mathématiques dans la plupart des habitations pour lesquelles l'hygiène n'a pas été appelée à prescrire des règles d'aération. D'ailleurs, d'autres circonstances ont indiqué avec une approximation suffisante le tarif du cube invariable de nos logements, rapporté au nombre des individus qui les occupent.

Le cubage de place doit être assez généreux pour permettre une certaine dilution de CO^2 dans l'air intérieur, pendant le temps où l'on ne peut compter que sur lui. Mais dès que la proportion dépassera 1 p. 1000, il faudra des moyens de renouvellement de l'air. Or il serait inutile et même gênant que le cube intérieur fût beaucoup plus grand que le tiers de la masse d'air que l'on peut introduire par heure et par tête dans le local. En effet, l'observation a démontré que l'on ne saurait, à moins de courants d'air, renouveler plus de trois fois dans une heure l'atmosphère d'une pièce habitée. Par conséquent, si l'on a l'intention et les moyens d'introduire dans une pièce 60 mètres cubes d'air par heure et par tête, il faut disposer d'un cubage de 20 mètres par habitant. (La réciproque est vraie, d'ailleurs.) Cependant, comme il y a presque toujours un renouvel-

lement insensible et imprévu, en dehors de la quantité calculée sur le débit des appareils de ventilation, on peut ajouter ces deux apports atmosphériques pour avoir le renouvellement total. A la vérité, on ne connaît pas exactement le premier; mais il est suffisamment certain pour que l'on puisse, sans enfreindre la règle, donner au cubage de place une ampleur un peu au-dessus du tiers de la masse d'air de renouvellement apparent et régulier.

Il est à peine besoin de rappeler que, dans l'estimation du cubage de place, il faut défalquer du chiffre que l'on obtient en multipliant les trois dimensions intérieures de la pièce, le volume des meubles et autres objets dont la présence dans nos appartements est inévitable.

On a quelque tendance à prendre le cubage de place en hauteur plutôt qu'en largeur et à faire, par exemple, pour l'obtenir suffisant, des salles d'hôpital d'une hauteur démesurée. Ainsi que le font remarquer Wiel et Gnehm, c'est là une pratique mal réfléchie. Sans doute l'air chaud (et vicié) sortant des poumons humains est assez peu dense pour s'élever tout d'abord vers la partie supérieure des locaux; mais il se refroidit au au bout de quelque temps, et rien n'empêche plus CO^2 de se diffuser et les molécules solides de se précipiter dans les couches inférieures, lorsque le mouvement ascensionnel qui les entraînait s'est arrêté. Les humains finissent ainsi par se trouver dans les couches les plus animalisées et les plus dangereuses. Après tout, l'air vicié, même plus léger, ne saurait indéfiniment trouver place au-dessus de la bouche des habitants.

C'est l'air chaud qui, mécaniquement, transporte avec lui l'acide carbonique au plafond; quand la température n'agit plus, les gaz se diffusent et se disposent par zones conformément à leur densité. Dans une cave où CO^2 était produit par la fermentation du raisin, Forster a trouvé sur le sol, 18,30 CO^2 p. mille; à mi-hauteur, 11,99; au plafond 7,90.

Il ne faut donc pas exagérer la hauteur des plafonds en vue du cube de place, ce qui se concilie bien avec ce que nous avons dit de la nécessité d'un espacement généreux *en surface* des habitants. En assurant 10 à 12 mètres carrés de surface par lit aux salles d'hôpital, la hauteur de 5 mètres entraîne le cubage de 50 à 60 mètres cubes que l'on recherche d'habitude; la dépasser est inutile et illusoire. C'est même gênant, car la hauteur exagérée oblige à des frais de chauffage extraordinaires, avec des chances de ne pas arriver à un point suffisant.

Dans les habitations collectives d'individus en santé, casernes, lycées, écoles, 8 mètres carrés de surface par tête avec une hauteur intérieure de 4 mètres donneront les 32 mètres cubes auxquels n'arrivent pas beaucoup de casernes. Ces mêmes 4 mètres de hauteur seraient bien accueillis de l'hygiène dans les habitations particulières; une chambre à coucher représentant un cube de 4 mètres sur toutes les dimensions, destinée à un couple, ne fournit que les 32 mètres cubes classiques à chacun des deux individus qui dorment; qu'un berceau s'y ajoute, et c'est presque une pièce exiguë. Combien de chambres à Paris, je dis dans les familles aisées, n'ont pas cet espace ni cette hauteur!

La *Commission des logements insalubres* de Paris, de 1870 à 1876 (E.-R. Perrin, rapporteur), propose judicieusement au préfet de la Seine d'interdire toute pièce destinée à l'habitation permanente de jour et de nuit, qui offre moins de 14 mètres cubes de capacité par personne, et de n'en tolérer aucune au-dessous de 10 mètres.

A ceux qui ont cru que la question du cube de place pouvait être simplement remplacée par la question de ventilation, de Chaumont répond très judicieusement que la première domine la seconde, car *c'est le cube de place qui rend possible la ventilation* (Wilson).

Mais on ne saurait trop répéter que le large espace et le cubage généreusement distribué ne dispensent point d'instituer des mesures à l'effet de *remplacer* par de l'air neuf les couches atmosphériques qui ont séjourné quelque temps à l'intérieur des locaux habités.

Ce n'est pas, en général, dans les habitations privées que les besoins sont les plus grands ou les plus urgents, c'est dans les habitations collectives où, précisément en raison du développement coûteux que réclament les bâtisses, on est porté à économiser l'espace. Aussi les hygiénistes semblent-ils leur réserver la meilleure part de leur attention. Des situations particulières, dans cet ordre d'idées, exigent encore plus impérieusement un cube d'air normal, soit parce que la viciation atmosphérique est plus certaine et plus grave, comme de la part des malades aux hôpitaux, soit parce que le séjour des habitants est plus fatalement prolongé, comme dans les prisons. (Les prisonniers, depuis longtemps, ont le privilège d'attirer particulièrement la sollicitude de l'hygiène et quelques-uns lui en ont fait un reproche ; cependant, la justice n'a l'intention de priver les coupables que de leur liberté et non d'air respirable.)

Hæsecke a relevé le tarif du cubage de place, par individu, dans un certain nombre d'habitations collectives du genre qui vient d'être indiqué.

	Mètres cubes.
Hôpitaux militaires prussiens (règlement de 1852)	14 à 17
— — — (1862)	18 à 22 ½
— — — (1868)	37
Hôpital Bethanien (Berlin)	30-50-60
La Charité (id.)	40 à 50
Selon Degen, l'expérience demande, par lit (Avec une hauteur de plafond d'au moins 4m,8).	45
Pavillons de l'hôpital Lariboisière, environ	50
Saint-Thomas Hospital (Londres)	52
Episcopal-Hospital (Philadelphie)	70
Hôpitaux militaires anglais	33,6
Hôpitaux militaires français (blessés)	20
Grand hôpital de Milan	69
Hôpitaux de Turin et de Pavie	95 à 96
Hôpital (nouveau) de Friedrichshain	60
A Plötzensée, cellules isolées	26,5 à 34
Cellules pour 5 à 11 détenus	11 à 12
Dortoirs	19
Salles d'école et de prière	6 à 8
Ateliers, environ	17
Hôpital	37 à 39
Chambre des députés, salle pleine	10 à 11
Palais provisoire du Reichstag (tribunes non comprises)	19 à 20

	Mètres cubes.
Palais provisoire du Reichstag (tribunes comprises et entièrement occupées)	11 à 12
Les écoles du pays	4 à 5,5
Les grands théâtres, quand ils sont remplis	10 à 12
(Les petits ont bien moins d'espace relatif.)	

Le général Morin, appuyé sur une longue expérience, exigeait comme chiffres normaux, par tête et par heure :

	Mètres cubes.
Hôpitaux à maladies communes	60 à 70
— pour blessés et femmes en couches	100
— recevant des maladies épidémiques	150
Prisons	50
Ateliers ordinaires	60
— avec des causes spéciales de viciation de l'air	100
Casernes, pendant le jour	30
— pendant la nuit	40 à 50
Théâtres	40 à 50
Lieux de réunion (pour un court séjour)	30
— (pour un long séjour)	60
Écoles d'adultes	25 à 30
— d'enfants	12 à 15

L'hôpital maritime de Cherbourg possède un cubage de 22 mètres cubes; celui de Rochefort, 41 mètres cubes. Les hôpitaux civils de Paris présentent une moyenne de 43 mètres ; les hôpitaux anglais 52 (Le Fort). On demande, en France, 40 mètres pour les hôpitaux de l'armée.

Ventilation. — Malgré le principe dont il faut évidemment poursuivre le plus possible la réalisation, l'introduction d'air extérieur dans les locaux, pendant le temps de la présence des habitants, est encore plutôt une dilution des impuretés produites qu'un renouvellement parfait de l'atmosphère. S'il était possible d'expulser et de remplacer à chaque instant l'air rendu par la respiration, ce renouvellement idéal serait atteint, et il suffirait de 500 litres d'air nouveau par heure. Mais nous ne disposons d'aucun moyen de pratiquer cette ventilation exacte; force nous est de chercher seulement à maintenir les impuretés au taux le plus bas possible, sauf à opérer le renouvellement complet après la sortie des habitants ou même pendant leur séjour, mais dans un moment favorable et d'une façon intermittente.

C'est toujours la proportion d'acide carbonique qui sert de base dans l'appréciation de la souillure de l'air ; non que l'acide carbonique soit plus dangereux que d'autres produits d'exhalation, mais parce que l'on peut admettre que l'accumulation de ceux-ci marche parallèlement à l'augmentation relative de CO^2. Quelques hygiénistes ont prétendu pouvoir reconnaître par les sens la présence de 1 p. 100 (Pettenkofer) et même de 0,66 p. 1000 (Degen), 0,6 p. 1000 (de Chaumont) de CO^2 dans l'air des locaux habités. Comme, en pareil cas, on parle habituellement d'odeur perçue, il est à croire que les auteurs ont remarqué moins l'acide carbonique que ce qui l'accompagne. Et le danger d'un air pareil ressort, non de l'impression légère et désagréable qu'il produit, mais des qualités que cet avertissement révèle.

Il fut un temps où l'on rapportait aussi la quantité d'air de renouvellement à la vapeur d'eau fournie par la peau et le poumon et qu'il faut diluer suffisamment pour que l'air intérieur ne dépasse pas beaucoup la demi-saturation. Bien que le chiffre de mètres cubes d'air nécessaire à cet effet soit moindre que celui qu'il faut pour réduire CO^2 au taux admis, on additionnait les deux chiffres comme si le même air ne pouvait à la fois diluer l'acide carbonique et la vapeur d'eau.

Aujourd'hui, l'on se borne aux indications fournies par la proportion de CO^2, et l'on demande qu'elle ne dépasse pas 0,6 p. 1000 (Roth et Lex), 0,8 p. 1000 (Parkes), ou tout au moins pas 1 p. 1000 (Pettenkofer). Il est clair que les exigences seront d'autant plus rigoureuses que les chances d'accompagnement de CO^2 par des souillures plus graves, comme dans des salles de malades ou de blessés, seront plus considérables et plus menaçantes.

Le calcul suivant, de Putzeys, montre avec quelle rapidité l'air d'une pièce atteint le taux de viciation. Si l'on suppose un salon de 200 mètres cubes, le taux initial de CO^2 à 0,0004, le taux de viciation à 0,0007, et un homme rejetant 22 lit. 6 (ou 0^{mc},0226) d'acide carbonique par heure, le temps au bout duquel le taux de viciation sera atteint est donné par la formule :

$$x = \frac{200\,(0{,}0007 - 0{,}0004)}{0{,}0226} = \frac{200 \times 0{,}0003}{0{,}0226} = 2{,}65 \text{ ou 2 heures 39 minutes.}$$

Et, toujours en se basant sur le taux de 0,7 p. 1000 d'acide carbonique à ne pas dépasser, les auteurs arrivent à exiger un volume d'air neuf de 75 mètres cubes par heure. En adoptant le taux de 0,6 de CO^2 p. 1000, on a le volume d'air à fournir par le calcul ci-après (où l'on suppose que l'homme rend 20 litres CO^2 par heure) :

$$\frac{1000}{0{,}6} = \frac{x}{0{,}020 + 0{,}0004\,x}. \text{ Et } x = \frac{1000\,(0{,}020 + 0{,}0004\,x)}{0{,}6} = 100^{m3}.$$

La même équation peut donner le tarif de ventilation dans le cas où l'on ne tolérerait que 0,5 p. 1000 de CO^2 ; ce serait alors 200 mètres cubes. Si l'on admet 0,8 p. 1000, il deviendrait 50 mètres cubes. Parkes, ne comptant que 17 litres (au lieu de 20) de CO^2 produit en une heure, obtient un résultat un peu différent, tout en prétendant maintenir l'air à 0,6 p. 1000 d'acide carbonique; son tarif normal de ventilation n'est que de 85 mètres cubes à l'heure.

On peut remarquer (Roth et Lex) que, dans cette façon de calculer, le cube intérieur n'a pas d'influence sur le tarif de ventilation ; supposons le premier de 100 mètres cubes par tête ; on pourra se passer de ventilation pendant la première heure sans que la proportion de CO^2 s'élève au-dessus de 0.6 p. 1000; mais, à partir du moment où ce chiffre sera atteint, il faudra fournir 100 autres mètres cubes par heure, absolument comme si l'espace était plus petit. C'est aussi l'avis de Ch. Herscher, et de Putzeys. Nous pensons devoir accepter la même formule, bien qu'elle ne soit pas celle des professeurs Layet et Bertin-Sans.

Layet fait intervenir la capacité des locaux dans le calcul du *coefficient de ventilation*, en raisonnant de la façon suivante : Supposons d'abord un espace de

10 mètres cubes, dans lequel respire une seule personne; ces 10 mètres cubes d'air ont la viciation normale, soit $CO^2 = 0{,}0005$. Au bout d'une heure, la respiration y ayant versé 20 litres de CO^2, la viciation sera : $20 + 5\,CO^2$ pour $10{,}000 = 0{,}0025$. Au bout de dix heures, elle sera : $20 \times 10 + 5\,CO^2$, ou 205 p. $10{,}000 = 0{,}0205$. Pour ramener l'air à l'état du début, c'est-à-dire à $0{,}0005\,CO^2$, il faut fournir une quantité d'air nouveau indiquée par la proportion : $\frac{5}{10{,}000} = \frac{205}{x}$ d'où $x = 410{,}000 = 410$ mètres cubes; et, en divisant par 10 (puisqu'il s'agit de l'air nécessaire à dix heures), 41 mètres cubes à l'heure. Par ce procédé, et en tenant compte de 10 litres de vapeur d'eau fournis par heure en moyenne, Layet indique, pour un homme et par heure, les coefficients de ventilation ci-dessous :

Espaces en mètres cubes.	Coefficient par heure, en litres d'air.
5	121,000
10	61,000
15	41,000
20	31,000
25	25,000
30	21,000
40	16,000
50	13,000
60	11,000
80	8,560
100	7,000

Au raisonnement qui a servi de base à ces calculs, Bertin-Sans objecte que l'air à introduire pour ramener l'air intérieur à 0,0005 de CO^2 contient déjà précisément cette proportion; par conséquent, peut bien diluer les 205 dix-millièmes de CO^2 de cet air intérieur, mais en laissant nécessairement toujours la proportion au-dessus de 5 p. 10,000. Mais il y a probablement ici un malentendu, provenant de ce que Bertin-Sans regarde comme taux de l'*air normal* 0,0005 de CO^2 (qui est une proportion un peu forte), tandis que Layet a entendu par *viciation normale* 0,0005 de CO^2 surajoutés aux 3 ou 4 dix-millièmes qu'en renferme régulièrement l'air atmosphérique pur.

Quoi qu'il en soit, Ch. Herscher démontre très clairement qu'avec une ventilation de 60 mètres cubes à l'heure, la viciation de l'air est la même, à quelques millionièmes près, au bout d'une heure, dans un local habité, que sa capacité soit de 4, de 10 ou de 20 mètres cubes par individu. La seule différence est qu'elle marche plus rapidement dans les quinze premières minutes dans le local de 4 mètres que dans celui de 10 mètres, et plus rapidement dans celui-ci que dans le local de 20 mètres pendant la première demi-heure. Il nous a semblé que le calcul au moyen duquel Bertin-Sans cherche à infirmer celui d'Herscher néglige un élément important du problème, à savoir, que le degré de viciation, à un moment donné, de l'air d'un espace ventilé, n'est pas du tout celui qu'aurait à ce moment l'air du même espace supposé clos. En effet, l'air de ventilation fournit, d'instant en instant, des fractions de celui qui sort du local; la marche de la viciation n'est nullement ce qu'elle serait dans un espace clos, et l'on ne saurait en juger simplement d'après la proportion de CO^2 qui existerait dans un mélange de 60 mètres cubes d'air pur avec 4, 10, 20 mètres d'air vicié par une habitation d'une heure.

Le professeur Vallin a, depuis, confirmé le théorème de Herscher, dit aussi de Donkin (d'Oxford) et de Lenz (de Pétersbourg). Il en a même donné fort ingénieusement la démonstration expérimentale. Deux flacons à tubulures, d'une contenance l'un de 1 demi-litre, l'autre de 2 litres, sont remplis d'eau. La tubulure cen-

trale est surmontée d'une pipette remplie d'une solution de bleu d'aniline, qui laisse tomber dans chacun des flacons 60 gouttes par minute (c'est la viciation intérieure). L'autre tubulure reçoit la longue branche d'un siphon qui fait passer par chaque flacon le même volume d'eau en un temps donné ; ce volume s'écoule par un tube de trop-plein partant du fond du flacon (c'est l'image de la ventilation continue). Or la coloration, au bout de quelques minutes, est la même dans les deux vases et reste telle.

Du reste, nous blâmerons volontiers, avec Bertin-Sans, Layet, aussi bien qu'Herscher et Vallin, les locaux à 4 mètres cubes par tête, parce qu'ils sont très difficiles à ventiler d'une manière continue. A 60 mètres d'air introduit par heure dans un local de cette sorte, c'est remplacer quinze fois le volume d'air primitif. On risque fort, dans ces conditions, sinon de déterminer des courants d'air sensibles, au moins d'obliger l'air neuf à sortir aussitôt qu'il est entré, c'est-à-dire à ne pas se diffuser dans la masse où il y a des impuretés à diluer. Pour qu'un tel local fût salubre, il faudrait qu'il lui manquât deux des parois latérales en regard. Ce ne serait plus une *habitation*, et c'est ce que nous voulions démontrer.

Pour en finir avec ces calculs, auxquels il convient de ne pas attacher une importance exagérée, nous reproduisons encore la formule que Lang, Wiel et Gnehm ont empruntée à Seidel :

$$y = 2{,}302\,58\,m \log \frac{p-q}{a-q},$$

dans laquelle *log* signifie le logarithme des tables, que l'on trouvera comme différence de deux logarithmes : $log(p-q) - log\ (a-q)$; m est le volume donné de l'air de la pièce; p sa proportion de CO^2 p. 1000 au début; a la proportion de CO^2 p. 1000 qu'il ne faut pas dépasser; q la proportion de CO^2 de l'air frais; y le volume d'air frais qui devra être introduit pendant le temps déterminé pour empêcher la proportion p d'acide carbonique du volume m de dépasser la proportion a.

Sur ces bases, en prenant 0,7 p. 1000 de CO^2 comme limite d'impureté de l'air, l'échange atmosphérique par heure devrait atteindre à 113 mètres cubes par personne; en se contentant d'une dilution de CO^2 à 1 p. 1000, 45 mètres cubes; dans la situation la plus mauvaise, on ne pourrait exiger moins de 21 mètres cubes.

Mais l'on ne peut que répéter, avec les hygiénistes qui ont vu combien la complexité réelle des choses déroute les prétentions à l'exactitude de toutes les formules, que ces calculs ne sont rien de plus qu'une indication moyenne et générale. La pratique introduit à chaque pas des éléments que la théorie n'avait pas prévus. Cent blessés dans une salle ne font pas plus d'acide carbonique que cent individus sains ; osera-t-on dire, cependant, que les premiers n'ont pas dix fois plus besoin d'air neuf que les seconds? La seule formule que les médecins et les chirurgiens puissent accepter est celle, bien plus rigoureuse encore dans le cas actuel, que l'on se plaît à redire en ce qui concerne l'eau : « Pour qu'il y ait assez d'air, il faut qu'il y en ait trop. »

On l'a dit bien des fois et depuis longtemps, ce dont les mathématiques n'ont pas soupçon : La *quantité* de l'air introduit par la ventilation ne résout point tout le problème ; la provenance et la *qualité* de cet air ne sont pas moins décisives. Aussi, des hôpitaux parfaitement ventilés, dans les quartiers populeux des villes, peuvent-ils être médiocrement salubres par ce fait qu'il ne reçoivent, abondamment c'est vrai, qu'un air médiocre, l'air animalisé du quartier. Bien plus, aujourd'hui que les établissements industriels se multiplient de jour en jour et que les décisions des Con-

seils d'hygiène les tiennent sévèrement à distance du centre des cités, la zone suburbaine elle-même devient suspecte, et tel hôpital, telle caserne, tel pensionnat, placé primitivement dans un milieu atmosphérique irréprochable, se trouve un jour, quelquefois sans que l'on y prenne garde, dans des conditions de ventilation qualitativement insuffisantes.

On fait bien de prendre l'air au centre des squares pour la ventilation des théâtres, de le faire passer sous une pluie d'eau finement pulvérisée pour le débarrasser des poussières ; mais ce n'est jamais que de l'air urbain. D'autres fois on va chercher l'air dans des couches déjà élevées au-dessus du sol, à 15 ou 20 mètres; pratique fondée sur la croyance *à priori* que les impuretés sont plus abondantes dans les couches qui rasent la terre. Le fait est que l'air le plus pur est entre 2 et 15 mètres. Il ne faut donc pas le prendre au ras du sol ; quant aux prises d'air à 15 ou 20 mètres de hauteur, je pense qu'elles s'ouvrent dans la zone d'évacuation des tuyaux d'évent, circonstance au moins suspecte dans les villes à fosses fixes. Il semblerait inutile de déconseiller l'air des caves, souvent influencé par les gaz du sol, s'il n'existait des installations réalisant cette mauvaise pratique. Enfin, il importe d'introduire de l'air *frais* (10 à 12°) et non de l'air *surchauffé* (30° et plus).

Règles générales. — L'une des premières est que l'air de ventilation pénètre dans les locaux d'une façon *insensible* et jamais sous forme de *courant*. On admet que la vitesse de $0^m,50$ par seconde est, à cet égard, un chiffre qu'il ne faut pas dépasser.

Pour satisfaire à cette condition, tantôt on fait monter les tuyaux d'arrivée de l'air verticalement dans l'épaisseur des murailles et s'ouvrir, à une hauteur supérieure à la taille d'un homme, par un orifice percé obliquement de telle sorte que la veine gazeuse soit poussée à la fois en dedans et en haut. L'air frais se diffuse donc d'abord dans les couches supérieures et son mouvement ne peut être perçu lors même qu'il entrerait avec une vitesse notable. D'autres fois on multiplie les orifices d'accès pour éviter de les faire trop larges ; ou bien on les garnit de plaques criblées de trous, qui brisent le courant, de grilles à fines mailles. Il est bon, dans tous les cas, de ménager aux orifices, ou mieux dans la longueur des canaux d'arrivée, des registres qui permettent d'augmenter ou de diminuer à volonté la force du courant.

Le moyen le plus sûr d'éviter les courants d'air à l'intérieur est de faire que l'introduction soit au moins égale à l'évacuation, ou même prédomine sur celle-ci. Dans le cas contraire, on peut être certain qu'il y aura des courants, ne fût-ce que par les joints des portes et des fenêtres, circonstance particulièrement désagréable et fâcheuse. La traditionnelle ventouse de $0^m,11 \times 0^m,22$, qui débite 20 à 30 mètres cubes d'air à l'heure est évidemment hors de proportion avec une cheminée évacuant de 400 à 500 mètres cubes (Bouvet).

En donnant aux orifices d'entrée et de sortie la plus grande section possible, on assure à l'air de ventilation la plus faible vitesse (Hudelo).

On ne saurait, du reste, fixer de règle invariable quant à la disposition

respective des orifices d'entrée et de sortie. Hudelo fait remarquer que, pour un même orifice d'introduction, la température de l'air du dedans, son humidité, la température de l'air de ventilation, la saison, le chauffage, la nature des parois, font varier l'étendue des bénéfices qu'on peut recevoir de la ventilation artificielle. Ainsi :

a. L'air entrant a la même température que celui de la salle. — Si l'orifice d'entrée est vertical, le courant se produira horizontalement en s'étalant rapidement vers le haut et vers le bas, à moins que l'orifice ne soit placé près du plafond ou près du plancher. Si l'orifice est horizontal (c'est-à-dire pratiqué dans le plafond ou dans le plancher), le courant aura une direction verticale, sa section s'accroissant latéralement dans tous les sens.

b. L'air entrant est plus chaud que l'air intérieur. — Si l'orifice d'entrée est placé au plafond, la force ascensionnelle dépendant de l'excès de température tendra à détruire la vitesse de l'air ; l'air chaud, restant à la partie supérieure de la salle, n'en sera déplacé que par l'air de ventilation, qui y arrive d'une façon continue ; il descendra donc lentement, par couches horizontales sensiblement isothermes, jusqu'à la partie inférieure, si les orifices de sortie y sont placés. Dans le cas où ceux-ci seraient également en haut, l'air chaud s'écoulerait immédiatement et il n'y aurait aucun renouvellement dans les parties basses de la pièce. — Si l'orifice d'entrée est dans le plancher, la vitesse d'arrivée et la température, ainsi que l'échauffement par la respiration des habitants agiront dans le même sens pour faire monter l'air. Que l'orifice d'évacuation soit en haut, le courant s'y dirigera tout droit sans s'étaler et sans renouveler l'atmosphère intérieure. Si au contraire l'issue est également dans le plancher, l'air de ventilation n'y parviendra qu'après s'être étalé en haut, en cône renversé, et après être redescendu.

c. L'air introduit est plus froid. — Avec un orifice d'entrée au plafond, le courant et la différence de température le poussent également à descendre ; il arrive en bas plus ou moins vite selon que la différence de température est plus ou moins grande, la salle plus ou moins haute. Si les orifices d'évacuation sont régulièrement distribués sur la surface du plancher, les colonnes descendantes ont pu s'étaler et faire un bon renouvellement d'air. Souvent les personnes placées près de tels orifices ressentent désagréablement le courant d'air froid ; il vaut mieux reporter ces ouvertures à une certaine hauteur, l'air froid n'y parviendra qu'après s'être étalé sur le plancher et avoir opéré un renouvellement complet, sans manifester de courants énergiques.

Si, dans ce cas, les orifices d'entrée sont pratiqués dans le parquet, la différence de température combat l'impulsion initiale; l'air de renouvellement ne peut monter que poussé par celui qui arrive derrière lui. L'aération, efficace si les orifices de sortie sont à la partie supérieure, reste limitée aux couches inférieures lorsque ces orifices sont également au ras du plancher.

Lorsque les orifices d'entrée sont placés latéralement, le mouvement de l'air prend la forme d'une courbe, résultant à la fois de la vitesse horizontale

avec laquelle il pénètre et de la force ascensionnelle due à la température.

Il en résulte, suivant Hudelo, que dans le cas (à éviter) d'arrivée d'un air chaud, on placera les orifices d'introduction à la partie supérieure de la salle et les orifices de sortie à la partie inférieure. C'est la ventilation d'hiver. Dans le cas de l'air froid, on disposera les orifices d'une façon inverse, à moins que la grande hauteur de la salle, la faiblesse du courant, le peu de différence de température entre l'air neuf et l'air du dedans, ne permettent de conserver la même diposition que dans le premier cas. C'est la ventilation d'été.

Du sens du courant de ventilation. — D'après ces considérations et, d'ailleurs, de par la nécessité des choses, le courant de ventilation est *ascendant*, *descendant* ou *horizontal*. Ce qui vient d'être dit permet déjà de soupçonner qu'aucune de ces directions ne peut être la règle et que, selon les circonstances, il peut y avoir un choix à faire. Voici d'autres raisons dont il faut tenir compte :

Dans les conditions les plus habituelles, l'atmosphère des locaux habités ne dépassant pas 20°, l'air expiré est plus chaud et, par conséquent, moins dense que l'air ambiant ; il tend donc à s'élever, au moins en ce qui concerne ses éléments gazeux. L'air le plus altéré chimiquement est donc plutôt dans les zones supérieures de la pièce, la bouche des humains dans une couche relativement pure et, quelle que soit la porte ouverte à l'air extérieur, s'il n'est par lui-même plus chaud que l'air de la pièce, il se place naturellement en bas (zone froide) pour s'élever ensuite, à mesure qu'il s'échauffera à son tour par la respiration et la présence des individus. Les phénomènes naturels semblent donc indiquer la ventilation de bas en haut plutôt que l'inverse, que l'on appelle aussi « renversée ». On a dit encore avec raison (Hudelo) que l'air venant de haut en bas ramène l'air vicié des couches supérieures vers les personnes présentes et que par là, ces personnes se trouvant assez près de l'orifice d'évacuation, sur le passage de l'air expulsé, sont précisément toujours dans la couche la plus impure. C'est au point que parfois on a même fait arriver l'air neuf et chaud, en hiver, par la partie inférieure des salles à ventiler. Enfin il est évident que, dans ce système, on lutte contre les forces naturelles, au lieu de les utiliser, que l'on se crée des difficultés et que l'on s'impose des dépenses dont une bonne part est inutile. De fait, il existe à Paris un certain nombre de locaux d'intérêt public, la salle du conseil d'État, la Chambre des députés, qui ont la ventilation *descendante*, suivant « les idées paradoxales du général Morin » (Javal), et, malgré une dépense formidable, ne sont ni bien ventilés ni bien chauffés. Les hygiénistes de nos jours sont fort disposés à brûler ce que nous adorions naguère et à abandonner la ventilation renversée, qui pourtant s'appliquerait peut-être à des cas particuliers et serait moins extraordinaire qu'elle ne paraît, si l'air introduit, comme cela doit être même en hiver, n'est pas plus chaud que celui du dedans.

La ventilation *de bas en haut* n'est pas sans reproches et réclame aussi des précautions. Si elle est un peu active, elle soulève les poussières

du plancher et des couches inférieures. Mais, par-dessus tout, elle aboutit à « faire *passer*, dans la pièce à ventiler, un volume d'air nouveau dans un temps donné, en déplaçant le moins possible l'air vicié préexistant » (Ch. Joly). C'est par cette méthode que l'on court le risque d'obtenir de minces filets d'air, d'ailleurs froids, courant tout droit de l'orifice d'entrée vers l'orifice de sortie, sans renouveler la masse d'air qui les entoure, sans se diffuser dans les locaux. On n'en sent les inconvénients nulle part mieux que dans ceux de nos théâtres qui sont ventilés par l'air chaud et par le « trou » du lustre ; l'air s'engouffre dans ce trou, et les spectateurs des loges reçoivent des courants glacés quand on en ouvre les portes, sans que l'intérieur de la salle soit aéré. Les architectes, qui avaient abandonné cette méthode, il y a vingt ans, y reviennent aujourd'hui (nouvel Opéra), par suite de la difficulté d'exécution du procédé Morin. Mais on n'échappe pas complètement aux inconvénients de l'autre. La ventilation ascendante, absolument conforme aux lois de la physique, convient dans la plupart des cas, pourvu qu'on lui impose un mode entièrement inoffensif. Ce mode peut être institué, comme nous le dirons.

La ventilation *horizontale* ne nous paraît en aucune façon mériter la réprobation à laquelle Bertin-Sans déclare la vouer. Le tout est de ne pas l'exécuter sous forme de courants d'air ; ce à quoi elle n'expose ni plus ni moins que les autres formes, pourvu que les différences de température ou de pression ne soient pas excessives entre l'air intérieur et l'air extérieur, et que la section des orifices d'entrée et de sortie soit exactement calculée. Le courant d'air qui se rend d'une ventouse latérale, située à 2 mètres de hauteur, à une autre ventouse placée en regard sur la paroi opposée, se met en courbe vers le sol ou vers le plafond, selon qu'il est plus froid ou plus chaud que l'air intérieur, et se diffuse assez largement, si sa vitesse reste dans la règle. En définitive, c'est la façon dont s'opère la ventilation continue de nos demeures par les parois perméables, puisque nous avons admis que les murs extérieurs, verticaux, doivent posséder cette perméabilité, que nous refusons absolument aux cloisons horizontales. C'est surtout le mode de la ventilation intermittente — et excellente (si ce n'est la meilleure de toutes) — par les fenêtres des habitations privées ou collectives, lesquelles ne sont jamais bien aérées, si elles n'ont pas de fenêtres en regard les unes des autres.

Les orifices d'entrée de l'air pur, suivant Herscher, doivent être le plus près possible des individus qui vicient l'air. La règle est bonne, si l'on suppose, comme Herscher, que l'air vicié s'en ira tout seul par la partie supérieure. Mais si l'on applique un procédé d'*extraction*, la règle ancienne redevient rationnelle : que les orifices de sortie soient au plus près des endroits où il existe des causes spéciales de viciation. Les orifices d'arrivée ne doivent jamais être une cause d'incommodité pour les personnes qui en sont voisines, soit par la vitesse du courant, soit par la température froide ou chaude.

L'air introduit par n'importe quel procédé se refroidit, en hiver, en glissant le long des parois vitrées, par lesquelles le calorique se transmet aisé-

ment à l'extérieur. Les personnes placées près des fenêtres remarquent désagréablement qu'il leur descend un courant froid sur les épaules. On pare à cet inconvénient par l'emploi des doubles vitres; on peut même faire passer de l'air chaud entre les deux parois de verre, et plutôt de l'air d'extraction que de l'air neuf, pour éviter une perte économique. Aujourd'hui, comme nous le dirons, il y a une tendance à porter le chauffage précisément sur ces points d'élection du refroidissement; l'air d'entrée lui-même est décrudi au passage, par la rencontre des tuyaux de distribution de la chaleur.

La vitesse des courants de ventilation, lorsqu'elle est exagérée, et elle l'est quand elle est perçue par les habitants, dépense inutilement du travail et, de plus, est une cause de déperdition de chaleur en hiver.

Il doit y avoir une conduite d'air spéciale à chaque étage et même à chaque pièce. Autrement il pourrait arriver qu'un des compartiments prît une large part de ce qui doit revenir à son voisin. De même les tuyaux d'évacuation doivent être séparés le plus possible et ne se réunir en un canal commun qu'à l'endroit où tout l'air expulsé est rejeté dans l'atmosphère. Plus ce réceptacle est loin et court, moins il y a de chances de retour d'air vicié d'une pièce dans l'autre.

Malgré la solidité des principes qui viennent d'être posés, il serait oiseux et trompeur, en raison de diverses circonstances que nous avons fait pressentir, de chercher à se rendre compte de la puissance d'un système de ventilation, en mesurant, aux orifices, comme on le faisait autrefois, la quantité d'air qui entre dans une pièce ou qui en sort. Ce sont les déplacements intérieurs de l'air, la diffusion, la perfection du renouvellement ou, au contraire, les *points morts*, qu'il faudrait pouvoir reconnaître et apprécier. Malheureusement, ni les anémomètres, ni l'observation de la flamme d'une bougie, ni les ballonnets d'hydrogène ne donnent, à cet égard, d'indications exactes (Hudelo).

Des différentes espèces de ventilation. — Il n'y a que deux sortes de ventilation; la *ventilation naturelle* et la *ventilation artificielle*. Encore diffèrent-elles moins qu'on ne pourrait croire, car la seconde utilise souvent des forces naturelles, qui sembleraient réservées à la première. Nous pensons que l'on peut appeler *naturelle* toute ventilation qui n'emploie pas d'appareil spécialement disposé pour cet effet; toute autre est *artificielle*.

1. Ventilation naturelle. — La ventilation naturelle est incontestablement celle qui se fait à travers les *parois* de nos demeures, grâce à leur porosité, et par les joints des *portes* et des *fenêtres*, grâce à l'écartement à peu près fatal qui s'opère quelque part entre le cadre et l'opercule mobile. Dans l'un et l'autre cas, il va sans dire que c'est la différence entre la température intérieure et l'extérieure qui est la raison physique des échanges gazeux. La combustion de 1 kilogramme de bois peut ainsi appeler 100 mètres cubes à l'heure (Morin). On voit déjà que les *cheminées* d'appartement complètent le circuit.

On ne peut faire de difficulté contre l'adjonction, à cette ventilation tout

à fait automatique et par conséquent naturelle, de celle qui s'opère par l'ouverture des portes et des fenêtres. En effet, d'ordinaire, les portes et les fenêtres ne sont pas faites, primitivement au moins, en vue de la ventilation, et la moitié du temps ce n'est pas dans ce but qu'on les ouvre; si bien que la ventilation se produit en réalité à la faveur de cette ouverture, mais à l'insu des habitants.

Il va sans dire que c'est encore une ventilation naturelle, car elle est bien imprévue par les constructeurs, que celle qui s'effectue, malencontreusement d'ailleurs, par les fissures et crevasses accidentelles que les murs subissent parfois, à la suite de l'âge ou autrement, par les longues fentes que les planches des baraques ne tardent pas à présenter, sous l'action des alternatives climatiques. Il est clair enfin que c'est toujours une ventilation naturelle, lorsque la propulsion de l'air par le vent s'ajoute à la pression provenant de la différence de température.

Ventilation à travers les parois. — Cette ventilation est constante, à moins que les parois de nos demeures ne soient à dessein revêtues d'enduits imperméables. Elle aurait une très grande valeur si l'on pouvait en apprécier le rendement et surtout si celui-ci restait invariable, au lieu d'être subordonné à l'asséchement des matériaux de construction, aux oscillations de température, à la force et à la direction du vent (Voy. page 384).

Le vent l'influence considérablement (Lang). S'il arrive perpendiculairement sur les murs, ce qui est rare, il donne à la ventilation de porosité son maximum d'effet; s'il donne en sens contraire de la façade exposée, il ventile par appel, en diminuant la pression. D'ailleurs on conçoit que cette ventilation se constitue le plus ordinairement d'un courant double, introduisant de l'air et en expulsant; supposons que l'air extérieur soit plus froid que l'air intérieur, le courant d'entrée est en bas et le courant de sortie en haut; s'il y a une cheminée dans la pièce, elle devient naturellement l'orifice de sortie. Peut-être qu'elle pourrait aussi, en été, devenir orifice d'entrée et amener une odeur de suie dans l'appartement.

Les fentes accidentelles jouent évidemment le même rôle que les pores des matériaux; mais elles ventilent d'ordinaire beaucoup moins et surtout beaucoup plus désagréablement; elles donnent accès à des filets d'air rapides et froids, l'idéal du courant d'air.

La ventilation de porosité est celle des habitations qui n'en n'ont pas d'autre, et il ne faut peut-être pas la dédaigner pour les maisons particulières, celles des pauvres spécialement. Ceux-ci bénéficient de leur médiocrité, qui ne leur permet pas la peinture à l'huile, en dedans ou en dehors de leurs demeures. Elle a de grands avantages, quand elle existe. Cette infinité d'ouvertures microscopiques par lesquelles l'air neuf pénètre équivaut aux vastes orifices d'entrée pour rendre insensible la vitesse du courant. La lenteur du cheminement de l'air dans les parois lui permet de prendre la température de celles-ci, qui est également assez rapprochée de celle de l'intérieur; en tous cas, lorsqu'on a échauffé les murs, pendant l'hiver, l'air qui les traverse n'arrive pas froid dans les appartements. Ce sont là précisément des conditions que doit remplir une ventilation artificielle bien entendue et exécutée.

Toutefois, il convenait grandement de se rendre compte de la portée réelle de cette sorte de ventilation. Nous avons déjà vu (pag. 520) que, d'après Märker, avec une faible différence de température entre le dedans et le dehors, il peut passer plusieurs mètres cubes d'air à l'heure par chaque mètre carré de muraille. Les chiffres de Märker ont été trouvés trop forts. Schürmann les réduit à $0^{mc},257$ pour la brique cuite; 0,498 pour les grés ; 0,510 pour l'argile ; 0,647 dans le tuf calcaire; 0,869 dans les moellons calcaires. L'estimation de Pettenkoffer était de $0^{mc},400$ pour la chambre dans laquelle il a fait ses expériences, soit 8 mètres cubes à l'heure à travers un mur de 5 mètres de long sur 4 de hauteur. Si l'on suppose ce mur appartenir à une chambre de 5 mètres de profondeur, c'est-à-dire cubant 100 mètres cubes, on voit que, dans les conditions déterminées, le renouvellement de l'air pourrait se faire environ deux fois par jour; ce n'est guère, mais c'est déjà quelque chose pour une habitation particulière, et ce serait mieux s'il y avait du vent sur l'un des deux murs qui peuvent respirer, la pression du vent aidant nécessairement la pénétration de l'air. Il en serait de même avec un grand excédent de température intérieure.

Les expériences de Hudelo et Somasco ont fourni à Em. Trélat des conclusions moins favorables. Les résultats obtenus par les premiers se résumaient ainsi qu'il suit :

1° Les quantités d'air qui passent à travers les murs ou à travers les matériaux sont sensiblement proportionnelles aux pressions qu'elles subissent;

2° Le passage de l'air à travers les matériaux perméables est faiblement modifiée par l'épaisseur traversée. Dans le même temps et sous la même pression, une pierre de liais laissera passer :

Avec une épaisseur	1	Air 4
—	5	— 2
—	25	— 1

D'où l'on peut inférer qu'avec des matériaux perméables, on peut accroître l'épaisseur des murs sans réduire notablement le volume de l'air qui les traverse.

3° Sous des pressions variant entre 1 et 30 millimètres d'eau, une paroi de pierre tendre de $0^{m},50$ d'épaisseur laisserait passer, par mètre carré et par heure, des quantités d'air variant entre 12 litres et 350 litres ;

4° Quand les matériaux perméables sont mouillés, ils ne laissent guère passer que les 0,4 ou les 0,5 de l'air qu'ils laissent passer quand ils sont secs (Hudelo) ;

5° Les ciments sont très peu perméables. Les marbres et les bois (dans le sens perpendiculaire aux fibres) ne sont pas perméables sous les pressions qui ne dépassent pas 30 millimètres d'eau. Le plâtre sec, qui laisse passer l'air à peu près comme le calcaire très tendre, est protégé et rendu presque imperméable par deux couches de peinture à l'huile (Somasco).

Sur ces bases, Ém. Trélat calcule qu'un vent équivalent à la pression de 30 millimètres d'eau, et qui serait une tempête, ne ferait entrer à l'heure que $5^{m3},862$ d'air, à travers un mur d'une surface de $16^{m2},75$ (déduction faite des fenêtres), appartenant à une pièce de 120 mètres cubes de capacité. Dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire avec un vent faible ou nul, c'est assurément « une ressource nulle ».

Malgré notre confiance dans les mathématiciens et les ingénieurs, nous hésitons à admettre cette nullité de la ventilation interstitielle — qui ne serait nullement, d'ailleurs, la condamnation des parois perméables, puisqu'elles ont d'autres avantages. — En fait, nous pouvons, jusqu'à plus

ample informé, bénéficier du désaccord qui existe entre les expérimentateurs et ne pas nous ranger à l'avis de ceux des architectes et des hygiénistes qui, non seulement la rayent des calculs dans l'évaluation du cube d'air fourni aux habitations, mais proposent même de la supprimer formellement par les enduits imperméables.

Ventilation par l'ouverture des portes et fenêtres. — Quand on ouvre une porte ou une fenêtre d'une pièce habitée, il est facile de reconnaître, à l'aide d'une bougie allumée, qu'il s'établit en bas un courant du dehors au dedans et, en haut, un courant de sens inverse. C'est donc un renouvellement de l'air intérieur. Cette ouverture a lieu avec une certaine fréquence, au moins en ce qui concerne les portes, sans que l'on y songe ; le va-et-vient nocturne dans les salles d'hôpital et les chambres de casernes est ainsi un mode de ventilation. De même, on ouvre les fenêtres, au matin d'habitude, plutôt peut-être pour faire entrer la fraîcheur que l'air neuf; ce n'est pas moins une ventilation.

L'effet en est assurément médiocre, ainsi que l'ont démontré les expériences de Pettenkofer; mais, avec des dispositions convenables et dans des conditions favorables qui se présentent souvent, il est possible d'en tirer bon parti. Lorsqu'il n'y a de fenêtres que d'un côté de la pièce, le courant qui entre par en bas et sort par en haut d'une fenêtre ouverte ne fait qu'une courbe à convexité interne, qui pénètre peu dans l'intérieur; le renouvellement de l'air est peu sérieux ; mais il en est tout autrement lorsque la pièce possède des fenêtres sur deux faces opposées. Si peu qu'il y ait de mouvement dans l'atmosphère ou de différence entre la température des deux parois opposées, de fortes colonnes d'air traversent aussitôt le local. Avec un vent (à peine sensible) de 1 mètre par seconde et une fenêtre de 4 mètres carrés de chaque côté de la salle, il passe par heure :

$$1^{m} \times 4^{mq} \times 60 \times 60 = 14{,}400 \text{ mètres cubes d'air.}$$

Avec une seule fenêtre, il en passerait moins du tiers : environ 4,000 mètres cubes.

Pour qui a pu faire la différence entre l'atmosphère invinciblement fade et puante des salles d'hôpital qui n'ont qu'un rang de fenêtres et l'air presque toujours tolérable des salles à *fenêtres opposées*, même quand elles n'ont pas d'autre système sérieux de ventilation, l'efficacité du renouvellement de l'air par les fenêtres ne saurait faire l'objet d'un doute. Sarazin recommande avec raison de s'assurer d'abord ce dispositif de première importance, dans les salles d'hôpital et les casernes ; pour ma part, je ne compterais sur aucune installation, si je n'avais d'abord celle-là. On peut diviser la hauteur de la fenêtre en deux, de façon à n'ouvrir que le compartiment supérieur (à bascule, à hotte), si l'on redoute l'arrivée des courants d'air sur la tête et les épaules des habitants et si l'on veut maintenir l'accès de l'air extérieur d'une manière un peu continue. Mais il ne faut pas que les hygiénistes partagent avec le vulgaire l'horreur traditionnelle des courants d'air. D'abord, la masse aérienne qui se précipite par une fenêtre haute et large mérite moins le nom de courant d'air que les filets aigus qui arrivent par des fentes. Et puis, quand il s'agit de locaux occupés par des hommes sains, il se trouve bien un certain nombre d'heures sur les vingt-quatre de la journée, pen-

dant lesquelles ces locaux sont vides et peuvent être balayés par des colonnes d'air neuf sans que personne s'en aperçoive; pour les malades des hôpitaux, en les couvrant bien, et à moins de très grand vent, il est rare que le passage du courant sur leur tête pendant quelques heures par jour, en plusieurs fois, les incommode ou leur nuise; il semble, au contraire, que le plus souvent ce grand air frais du dehors doive leur être plus agréable que l'air qui a circulé dans des gaines de ventilation. A la rigueur, tous les malades d'une salle ne restent pas couchés d'une façon continue, surtout si on leur a ménagé des promenoirs et des réfectoires; il est donc possible, au moins, d'ouvrir toutes grandes les fenêtres qui donnent sur les lits momentanément vacants.

L'aération par les fenêtres est celle qui, pour la quantité et surtout pour la *pureté* de l'air fourni, ramène l'homme le plus près possible des conditions dans lesquelles il se trouve en plein air, c'est-à-dire dans l'état vraiment normal. Le capitaine Douglas-Galton a noté que la vitesse du déplacement naturel de l'air autour de nous est en moyenne de 5 mètres par seconde environ et qu'elle descend rarement au-dessous de $1^{m},80$. Un homme, placé au milieu de ce mouvement d'air minime, oppose au courant atmosphérique, quelle que soit sa position, une surface de 1 mètre carré environ. En une heure (3,600 secondes), il aura donc reçu sur son corps l'action de 1 mètre carré $\times$ 3,600 $\times$ $1^{m},80 = 5,480$ mètres cubes d'air neuf. On peut donc, par l'ouverture de deux fenêtres en regard, se rapprocher beaucoup de ce chiffre d'irrigation aérienne et recevoir un fluide notablement plus sûr que celui qui a passé par les longs et obscurs tuyaux de ventilation des grands appareils (Ém. Trélat). Dans nos pays, cette introduction d'air naturel ne peut durer que 8 ou 10 heures sur 24 dans la belle saison, et beaucoup moins dans la mauvaise. Nous avons, du moins, été élevés dans cette croyance. Mais les traditions ne vont-elles pas changer quelque peu, depuis que l'on sait que la tuberculose et même la pleurésie, la pneumonie et beaucoup d'autres, procèdent de tout autre chose que des coups de vent, et que l'afflux et le mouvement de l'air dilue, oxyde, annule les substances putrides et les germes pathogènes? Déjà Brown-Séquard proclame que la vie au grand air rend les cobayes réfractaires à l'inoculation de la tuberculose et qu'elle en guérit les humains.

Le fait que la masse d'air passant d'une fenêtre à l'autre remplace réellement l'air primitif d'une pièce a une grande importance. Les dispositifs de ventilation permanente, on l'a dit, ne font que maintenir les impuretés provenant de la vie à un certain taux; c'est, au fond, se résigner à une souillure peu considérable mais constante. Les grandes baies ouvertes restituent quelquefois, au moins, de l'air absolument normal et comme les colonnes gazeuses énormes qui traversent certaines zones de la salle font, sur leur passage, un vide dans lequel se précipite l'air voisin, il est difficile que l'air ne soit pas entièrement renouvelé au bout de peu de temps. Dans son rapport sur la *Construction des hôpitaux,* après avoir indiqué les dimensions que doivent avoir les fenêtres, la nécessité de leur donner une partie supérieure indépendante et d'avoir des fenêtres sur les deux faces opposées des pavillons, J. Rochard ajoute : « Des ouvertures pratiquées dans le haut et dans le bas des murs *complètent* la ventilation ». Cette formule, très exacte, nous paraît traduire le sentiment des hygiénistes contemporains : le premier moyen de ventilation, c'est la fenêtre. Il n'y a qu'à savoir s'en servir et, tout d'abord à avoir des fenêtres. « Il faut ouvrir ses fenêtres le plus souvent et le plus longtemps possible », disait miss Nightingale. Mais les gouvernements font payer l'air qu'on respire. Il y a, en France, 219,270 maisons sans fenêtre et 1,656,636 autres qui n'ont que deux ouvertures (Martin Nadaud).

La construction des fenêtres n'intéresse pas uniquement la ventilation, mais aussi l'éclairage et le chauffage. A ce dernier point de vue, on est porté à les raréfier et à les rétrécir; le verre étant diathermane, elles sont sans conteste une cause de refroidissement en hiver. Mais il y a moyen de lutter contre cet inconvénient sans réduire les dimensions des fenêtres. Il faut donc les construire comme si elles ne devaient servir qu'à la luminosité et à l'aération du local. Pour la luminosité, on les fait monter le plus haut possible; cela n'a pas d'inconvénient pour la ventilation, puisque l'air exhalé par les poumons est chaud et entraîne vers le plafond l'acide carbonique dont il est chargé. Mais les courants froids, le long des murs, ramènent au pied de ceux-ci les impuretés organiques; la ventilation exigerait donc que la fenêtre descendît jusqu'au plancher. On construit quelquefois ainsi. Lorsque ce n'est pas le cas, nous pensons qu'il est nécessaire d'avoir d'autres ouvertures d'entrée de l'air (chauffé au passage) au ras du sol. L'appui de la fenêtre pourra alors être à 1 mètre de hauteur.

Finalement, les fenêtres ont 4 mètres à $4^{m},25$ dans les locaux de 5 mètres de hauteur; 3 mètres dans ceux dont la hauteur est de 4 mètres; ainsi de suite. La largeur, proportionnée à la hauteur, varie de 1 mètre à $1^{m},50$ ou même $1^{m},60$ (la Charité, à Lille). Pour l'hygiène, cette largeur devrait être inverse de celle des trumeaux. Dans les habitations particulières, des fenêtres de 3 mètres de hauteur sur 1 mètre ou $1^{m},20$ sont suffisantes; mais comme, d'ordinaire, une chambre d'habitation n'en a que d'un côté, il convient de rétrécir les trumeaux à 1 mètre et même moins.

Dans les habitations collectives, salles d'hôpital, chambres de caserne, salles de classes, etc., il est indispensable de diviser la fenêtre en deux compartiments, dont *le supérieur peut s'ouvrir isolément*, pour les moments du jour où il est besoin de recourir à une ventilation énergique, pendant que les habitants sont à l'intérieur et sans leur amener trop directement de l'air froid ou de la pluie. Cette fenêtre indépendante doit pouvoir aisément s'ouvrir ou se fermer d'en bas. En général, il n'est point bon qu'elle s'ouvre par une ou par deux valves, dans le sens latéral, comme les fenêtres ordinaires. Ce qui nous paraît le mieux est que la vitre, tournant sur son bord inférieur, vienne s'incliner vers l'intérieur de la pièce, sans s'abaisser entièrement; le plan oblique qu'elle présente à l'air froid, entrant, le dirige d'abord vers le plafond. Il s'oppose aussi, plus ou moins, à l'entrée de la pluie dans la salle. Pour mieux assurer cet effet, on munit les bords verticaux de la vitre d'ailettes en métal faisant saillie à l'extérieur, qui, lorsque la vitre bascule en dedans, obturent l'espace triangulaire, ouvert entre chacun de ses bords latéraux et le cadre de la fenêtre. C'est, je crois, cette disposition que l'on appelle *vitre à soufflet*. Il est clair, d'ailleurs, qu'elle ne fonctionne bien qu'autant qu'il existe en même temps des orifices de sortie de l'air; une cheminée suffit dans les appartements privés; il faut d'autres orifices dans les habitations collectives.

En remplaçant le compartiment supérieur de la fenêtre par une boîte en fer galvanisé, que l'on enchâsse dans le mur au voisinage du plafond et en établissant, par cette boîte, une communication avec l'extérieur au moyen d'une valve mobile

qui représente la vitre, on a le *ventilateur Sheringham*, auquel nous ne trouvons que ceci de particulier, c'est qu'il ne sert pas à l'éclairage du local.

A l'étranger, on a essayé de faire servir à la ventilation les *fenêtres doubles*, fort avantageuses pour la conservation du calorique intérieur. Le châssis extérieur n'arrive pas tout à fait jusqu'au sommet de la fenêtre; le châssis inférieur, au contraire, ne descend pas tout à fait jusqu'au niveau de la tablette, ou inversement. L'air pénètre par la baie externe, entre les deux vitres, où il se réchauffe, et se répand dans la pièce par la baie interne.

Plus simplement, on remplace un ou plusieurs des carreaux de vitre par des lames de verre, disposées comme les lames de persiennes. L'éclairage n'est pas altéré et le mouvement de l'air entrant est interrompu par la déviation qu'il subit sur les lames obliques, de manière à arriver sans vitesse à l'intérieur. Telle est, du moins, la théorie.

Ventilation par des orifices où le courant est ralenti. — Il est fort simple, pour avoir une ventilation permanente, d'ouvrir, au bas et en haut des murs extérieurs des locaux habités, des orifices qui ne servent qu'à cet usage. Mais de tels orifices donnent, à de certains moments, un froid qui semble plus onéreux que leurs services ne sont appréciables. On les arme, en conséquence, d'un obturateur à coulisse, qui ne doit les fermer que quand le courant d'air est trop sensible. Seulement il est habituel qu'une fois fermés, on oublie de les rouvrir. C'est pour remédier à cet inconvénient qu'ont été inventés une foule de dispositifs qui permettent de maintenir en permanence l'accès de l'air, par ce fait qu'ils lui impriment au passage une vitesse presque nulle.

L'un des plus anciens est celui qui fournit ce que l'on a appelé la *ventilation de porosité* (*Porenventilation*), de Reid et de Scharrath, quoiquelle n'ait rien de commun avec celle qui se fait par les pores naturels des parois. Scharrath amenait de l'air, propulsé dans un canal spécial, sous le plancher d'un théâtre de Berlin, le faisait passer dans de petits canaux ascendants, et finalement le tamisait sous chaque fauteuil à travers une gaze tendue sur un cadre. Ce tamis enlevait à l'air toute sa vitesse. Le procédé ne s'est pas répandu.

On a essayé dans nos casernes, de remplacer un ou plusieurs carreaux de vitre, à chaque fenêtre, par une *toile métallique*. La tentative a complètement échoué. Les toiles, quand elles fonctionnaient, donnaient peu d'air, mais des courants aigus, et si froids, pour les voisins de la fenêtre, que l'on avait toutes les peines du monde d'empêcher les soldats de coller du papier par-dessus. Bientôt, il est vrai, la poussière remplissait les mailles de la toile, et il n'était plus besoin de se défendre contre le ventilateur.

La physique enseigne qu'un fluide perd sa vitesse en passant d'un canal étroit dans un plus évasé. C'est sur ce principe que reposent les *briques de ventilation*, percées de plusieurs conduits tronc-coniques, à base en dedans (ventilateurs Ellison), qui étaient employées avant que les frères Appert, maîtres verriers, aient réussi à fabriquer les *vitres perforées* que réclamaient É. Trélat, Geneste et Herscher, et dont A.-J. Martin, au Congrès de Nancy (1886) a expliqué les propriétés. Ces vitres ont, évidemment,

l'avantage de ne pas diminuer le jour et de ne point salir l'air, car elles se lavent et ne retiennent pas les poussières comme les conduits assez longs, creusés dans une brique. Leur épaisseur est de 3mm,5 à 5 millimètres ; elles ont 5,000 trous par mètre carré, de 3 millimètres de diamètre chacun, représentant ensemble une ouverture de 3 décimètres carrés par mètre carré. Il est très facile de faire en vitres de cette nature la partie supérieure des fenêtres des locaux à ventiler, les *impostes*, comme on dit. On l'a fait et... il a été reconnu que le système n'est pas irréprochable, tout en n'étant pas absolument efficace. La démonstration la plus éclatante de cette insuffisance est due à Étienne Wallon, qui expérimenta officiellement au lycée Janson de Sailly. Quand le temps est mauvais et qu'il y a du vent, on est obligé d'obturer les carreaux perforés au moyen de fermetures mobiles en verre plein, à cause des courants d'air qu'ils laissent passer. En temps ordinaire, ils ventilent moins bien que les ouvertures et gaines d'évacuation du système Geneste-Herscher.

Le *moulinet à vent*, assez bruyant d'ailleurs, que l'on fixe dans un carreau, est encore une façon de rompre et d'éparpiller le courant d'air entrant. Il ne ventile qu'à la mesure de ses dimensions.

2. **Ventilation artificielle.** — A. VENTILATION PAR APPEL. — L'appel de l'air de renouvellement se fait à l'aide de l'utilisation des forces naturelles : la différence de la température et la raréfaction d'air produite par le vent ; ou bien en raréfiant l'air sur un point au moyen d'appareils d'aspiration mis en mouvement par quelqu'un des moteurs ordinaires. D'ailleurs, l'appel opère, soit sur l'air frais qu'on veut introduire, soit plus souvent et plus rationnellement sur l'air qu'on veut extraire et que l'air neuf vient remplacer par son propre poids.

Appel par le vent. — Quand un courant d'air passe, en s'éloignant, sur une colonne d'air immobile, il produit dans celle-ci une raréfaction qui l'entraîne dans le sens du courant. Tel est le principe qui a présidé à l'installation d'un certain nombre de petits appareils, qui ont le défaut de ne bien marcher que par un vent sensible, circonstance, à la vérité, très commune dans nos pays, mais qui, en raison de leur moteur, s'appliquent bien à des habitations en marche, telles que les navires et les voitures de chemins de fer.

L'appareil représenté par la figure 103, imaginé par Wolpert et qui rappelle les manches à vent des navires, consiste en un tube mobile, communiquant par en bas avec le local à ventiler et s'ouvrant à l'extérieur par un orifice évasé en entonnoir. Une girouette qui fait corps avec ce tube dirige constamment l'ouverture du côté opposé au point d'où vient le vent. La dépression opérée par le vent à l'orifice du tube détermine un courant d'évacuation de bas en haut. Cette « cape à vent » (*Windkappe*) se place naturellement sur le toit, terminant une gaine d'aération.

Les girouettes se rouillent et dès lors font entendre, en tournant, un grincement désagréable, ou même ne tournent plus du tout. Wolpert a donc construit, sans changer le principe, un ventilateur immobile dont la

coupe se voit dans la figure 104. Un tuyau *a* termine la cheminée et supporte une caisse d'aspiration conique *b*, protégée par un couvercle *c*. Les flèches horizontales indiquent la direction du vent; les flèches recourbées montrent le courant d'aspiration produit par le glissement du vent sur des surfaces courbes et inclinées, qui sont les mêmes de quelque côté qu'il souffle. Wiel et Gnehm recommandent ce dispositif pour les maisons particulières et surtout pour les wagons auxquels le rapide déplacement du train fait du vent, même quand il n'y en a pas dans l'air.

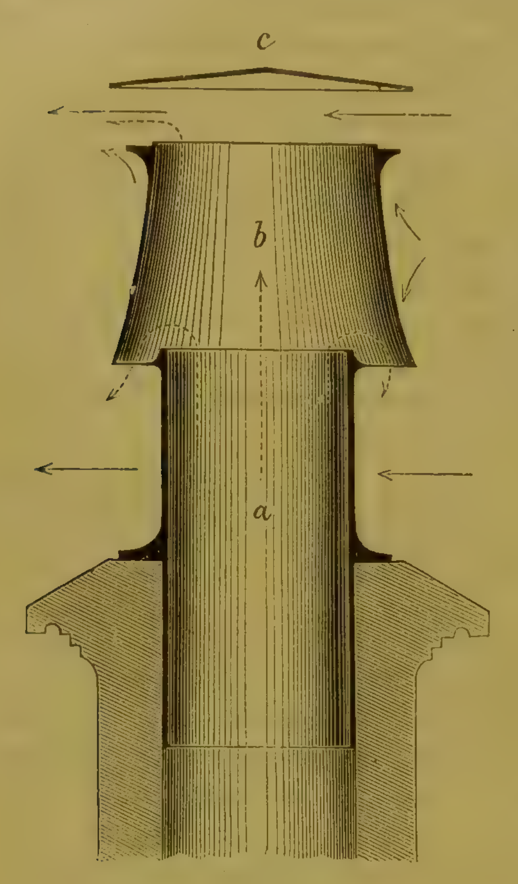


Fig. 104. — *Aspirateur fixe* (de Wolpert).

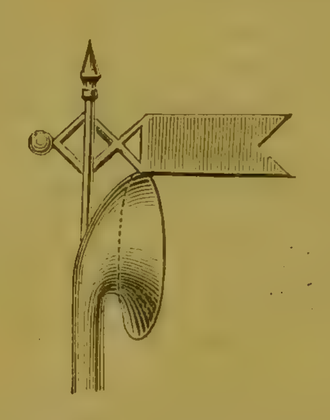


Fig. 103. — *Cape à vent.*

On invente, du reste, tous les jours, de nouveaux « capuchons de tirage » ou « *chapeaux ventilateurs* » qui ne valent guère plus qu'un tube ouvert. Au besoin l'on gratifie d'un nom nouveau un appareil déjà inventé plusieurs fois. C'est ainsi que le ventilateur à hélice et à mouvement rotatif, que l'on vend aujourd'hui pour surmonter les cheminées, et qui, par le vent, produit une réelle aspiration, s'appelle ventilateur de Chadwick en Angleterre, de Griffith à New-York, de Venant, de Serron, etc., à Paris (Ch. Joly). Nous avons une forte tendance à rattacher à cette classe le *ventilateur à vis d'Archimède* de J. Howorth, dont les Putzeys reproduisent le modèle. Buchan, Steven, ont donné leur nom à des aspirateurs fixes (*Exhaust ventilators*), qui ont le mérite d'empêcher la pluie d'entrer dans les cheminées et le vent de refouler le courant ascendant naturel qui se fait par ces canaux. Lamb a ajouté à la liste un chapeau (*fixed cowl*) assez compliqué et un autre appareil qu'il qualifie de *Triumph ventilator*. En général, les meilleurs de ces appareils sont ceux pour lesquels il n'est pas dépensé une part du vent à les faire tourner.

L'appareil représenté par la figure 105 et attribué à Hammond ajoute jusqu'à un certain point la propulsion à l'aspiration. L'air pénètre en A et sort en B avec l'air extrait de l'intérieur par aspiration et dont le vent

précipite le mouvement. Pour que la pression du vent n'arrive pas à couper ou même à renverser le courant ascendant, on a soin de rapprocher de A la partie étranglée C du double entonnoir.

Quelques architectes ménagent un vide entre le plafond des pièces habitées et le plancher de celles qui sont au-dessus (le mieux est que ce soit le grenier); cet espace est largement accessible au vent, tandis qu'il est accessible, d'autre part, à l'air intérieur par des ouvertures pratiquées dans le plafond. Il est aisé de comprendre que le vent intervienne puissamment dans la ventilation, en pareil cas, en pressant d'un côté et en faisant le vide de l'autre.

Les baies du *Dachreiter* de certaines baraques (page 533) doivent ventiler souvent par le même mécanisme. Lorsqu'il n'y a pas de vent, il semble bien que l'air extérieur doive entrer par en bas, s'il fait froid; l'air chaud, intérieur, sortant par en haut. En été, il n'y a peut-être que l'appel du vent et quelques échanges entre l'air du côté ensoleillé et de celui qui est à l'ombre. Des constatations directes auraient besoin d'être faites.

Ces appareils n'ont pour but que l'extraction de l'air vicié et supposent que la rentrée d'air pur se fera par les pores des murailles, les joints des portes et des fenêtres; ce qui a lieu, en effet. Mais il conviendrait de régulariser les deux phénomènes à la fois. Pettenkofer et Ch. Joly montrent qu'une bougie allumée s'éteint bientôt au fond d'un flacon ouvert, et qu'elle brûle au contraire indéfiniment si l'on divise en deux le calibre du goulot par l'introduction de deux tubes d'inégale hauteur, ou même d'une simple cloison verticale, qui détermine par le fait un orifice d'accès et un de sortie, en d'autres termes, un courant ascendant et un descendant. On a donc imaginé de ces ventilateurs de faîtage qui obtiennent un courant d'introduction, par propulsion ou non, et un courant de sortie par appel. Le *ventilateur Watson* en est la réalisation la plus élémentaire; ce sont deux canaux parallèles partant du plafond et s'élevant au-dessus du toit; l'air descend par l'un d'eux et remonte par l'autre. En supposant que cet appareil fonctionne quelquefois, il ne saurait étendre son effet bien loin dans l'atmosphère d'une pièce; le résultat serait plus sérieux, si les deux gaines s'ouvraient dans l'air à des hauteurs inégales et que celle qui monte le moins haut descendît (le long du mur par exemple) jusqu'aux environs du plancher. Lorsque l'air extérieur sera plus froid que l'intérieur, les choses iront d'elles-mêmes.

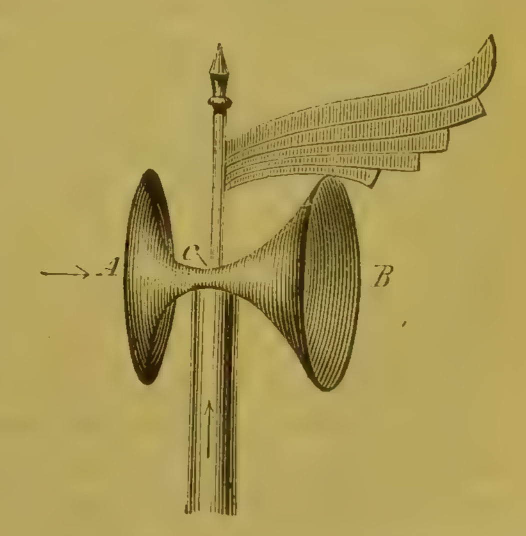


Fig. 105. — *Aspirateur propulseur.*

Le *ventilateur de Mac Kinnel* est identique au précédent; seulement les deux canaux sont l'un dans l'autre, au lieu d'être juxtaposés. Le tuyau intérieur dépasse l'extérieur en haut et en bas et sert de gaine d'évacuation.

Dans le ventilateur si connu de Muir, le courant descendant est de propulsion, le courant ascendant est d'appel. Une cage rectangulaire est divisée en quatre gaines par deux cloisons verticales qui se coupent à angle droit; la paroi externe de chaque gaine est composée de lames de persienne de telle sorte que le vent pénètre toujours par quelque côté ; l'air descend dans la gaine qui reçoit le vent et remonte dans celle du côté opposé.

Nous avons idée que quelqu'un de ces dispositifs ferait merveilles au faîte d'une cage d'escalier, gaine d'aspiration naturelle où se rendent, en hiver particulièrement, les odeurs des cuisines et d'autres émanations, qui sont l'objet d'échanges déplorables entre les appartements et dont l'évacuation immédiate soulagerait infiniment les locataires de la maison.

Le *ventilateur de Wutke* a un chapeau à huit loges, dont une au moins est ouverte au vent et dirige l'air de haut en bas, par une longue gaîne, jusqu'à la cave, où il débouche dans une chambre de chauffe (en hiver) pour, de là, se répandre dans les diverses pièces par autant de conduites particulières.

Appel par inégalité de température. — Les appareils fondés sur ce principe réunissent presque tous le chauffage à la ventilation. La pratique de tous les jours indiquait presque cette association systématique; c'est en hiver, alors que le chauffage est forcé, que la ventilation devient aussi le plus nécessaire : et les procédés de chauffage réalisent si fatalement l'inégalité de température entre les atmosphères communiquantes qu'ils font aussi de la ventilation, sans qu'on les ait institués pour cela. Aussi s'est-on appliqué à obtenir les deux choses à l'aide d'un fonctionnement solidaire et s'est-on habitué peu à peu à ne chercher que dans cette voie la solution d'une question qui est certainement double.

Les médecins essayent aujourd'hui de faire revenir de cette habitude fâcheuse les physiciens et les architectes. Nous reprendrons plus loin les principes qui paraissent devoir l'emporter. Mais l'article qui va suivre empiétera nécessairement sur celui du chauffage, encore que nous ayons l'intention de ne considérer, pour le moment, que comme ventilateurs, des appareils qui sont en réalité à deux fins.

Ventilation par les cheminées ordinaires. — Les appartements tant soit peu confortables possèdent, sur une des faces de la pièce, une cheminée plus ou moins bien faite, dans laquelle on entretient, pendant la saison froide, un foyer allumé de bois ou de charbon. Nul doute qu'il ne s'accomplisse par l'orifice et le tuyau de fumée de cet appareil un certain *tirage*, qui y précipite une masse d'air dont une partie sert à la combustion dans le foyer et dont l'autre, s'échappant avec la fumée, provoque un appel sur l'air extérieur par tous les points par lesquels il peut pénétrer. Il en vient par les joints des portes et des fenêtres (nous avons vu que 1 kilogramme de bois, en brûlant dans une cheminée, évacue et appelle environ 100 mètres cubes à l'heure). Mais on les obture du mieux possible, en général, et comme il n'y a pas de ventouse traversant la muraille, il faut croire que l'appel de la cheminée met assez efficacement en jeu la porosité des parois. L'air fourni vient de quelque part et toutes les chemi-

nées ne fument pas. Ce n'est pas un système de ventilation parfait; ce n'est même pas un système. Cependant, il faut se garder de le croire peu important.

Il se passe même ce fait curieux, que la ventilation est encore réelle quand on ne fait pas de feu, pourvu que la température soit différente du dedans au dehors. Le général Morin a obtenu une évacuation d'environ 400 mètres cubes à l'heure par la cheminée de son cabinet, la température intérieure l'emportant sur l'extérieure d'environ 12°. Il est vrai que, si la différence est en sens inverse, c'est la cheminée qui devient gaine d'introduction.

Une bonne cheminée anglaise (Fodor) évacue par le tuyau de fumée, par heure et selon les étages, les quantités d'air ci-dessous :

	Hauteur du tuyau.	Mètres cubes à l'heure.
Rez-de-chaussée	15 mètres.	750
Premier étage	13 —	663
Deuxième étage	9 —	575
Troisième étage	6 —	432

Quand on a ce mode de ventilation pour l'hiver, les fenêtres font la besogne de l'été. Les hôpitaux anglais et américains, paraît-il (Ch. Sarazin), ont conservé ce vieux système, qui est du reste institué d'abord en vue du chauffage. Les petites salles (de six lits) de l'hôpital de La Charité, de Lille, ne sont ventilées que par de semblables cheminées au charbon de terre, éminemment agréables aux malades, n'était que les bonnes sœurs leur défendent de s'en approcher.

On reproche aux cheminées précisément l'énergie de leur tirage qui, dit-on, provoque des courants d'air sensibles par les joints des portes et des fenêtres. Que si l'on diminue par des registres ou autrement la violence du courant ascendant, on retombe dans l'horrible inconvénient des cheminées qui fument.

Cheminées ventilatrices. — Le moyen de faire de la cheminée un véritable appareil de ventilation, c'est de lui fournir un apport d'air équivalent à son débit d'évacuation. Il est difficile, par les temps froids, d'ouvrir en plein appartement des ventouses assez larges pour assurer cet équilibre sans refroidir l'intérieur de la pièce. On s'est donc arrangé, il y a longtemps déjà, de façon à faire passer l'air d'entrée autour ou au-dessus du foyer, où il s'échauffe avant de se répandre dans la pièce. L'abondance de l'air introduit et ce chauffage préalable suppriment évidemment les aigres filets que la cheminée pourrait appeler par les jointages. Cette idée, réalisée plus ou moins parfaitement par Gauger (1714), par Belmas (1832), par Descroizilles, Péclet, a été reprise par le capitaine anglais Douglas-Galton, à qui l'on en fait l'honneur sans plus ample informé (Ch. Joly).

La cheminée qui porte son nom (fig. 106) possède à la fois le foyer à feu nu et la colonne d'air extérieur, de renouvellement, appelée par le tirage. Le foyer est alimenté exclusivement par l'air de la pièce; l'air de ventilation arrive du dehors par un canal horizontal, sans communiquer

avec le foyer, dans une gaine enveloppante où il s'échauffe, s'élève, et d'où il s'échappe à une certaine hauteur par des ouvertures obliques qui le dirigent vers le plafond, comme c'est la règle.

On ne saurait nier que le même air qui assure la ventilation ne serve aussi, dans ce système, au chauffage. Le but a même été de récupérer ainsi une part des 95 p. 100 de chaleur, perdus par les cheminées ordi-

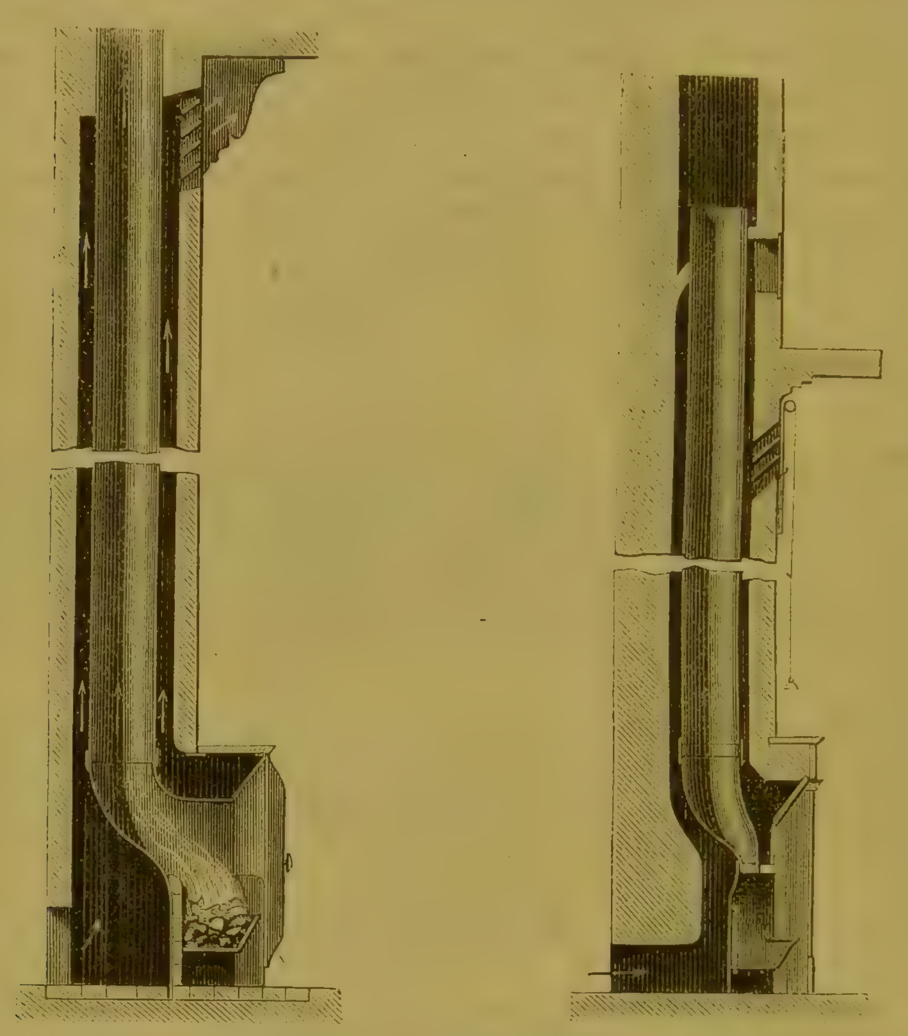


Fig. 106. — *Cheminée Douglas-Galton. — Coupes verticales montrant le foyer, le tuyau de fumée et la gaine enveloppante qui s'ouvre au niveau du foyer.*

naires. Cependant, il semble que l'air introduit passe assez vite pour ne pas être surchauffé.

Il est possible d'appliquer de bien des manières les cheminées à la ventilation, même en dehors de tout chauffage. Au témoignage de Wiel et Gnehm, les nouveaux hôpitaux, en Amérique, et quelques maisons de campagne de la banlieue de Zurich possèdent à la fois la cheminée et un système général de chauffage; dans les saisons intermédiaires, automne et printemps, on ne se sert que de la cheminée; en été, elle continue à fonctionner, pour la ventilation, à l'aide d'un petit foyer d'appel (*Lockfeuer*) que l'on entretient dans le tuyau de fumée.

C'est, en effet, une pratique facile et salutaire que d'entretenir en tout

temps dans le tuyau de la cheminée, s'il y en a une, ou dans une gaine faite exprès, ce foyer d'appel qui sera un bec de gaz, ou une couronne de becs selon les besoins. Coulier a réalisé dans une salle de cours du Val-de-Grâce (Morache) cette installation, conseillée antérieurement par le général Morin, et a reconnu que la combustion d'un mètre cube de gaz (du prix de 30 centimes, à Paris) peut introduire par heure au moins 2,500 mètres cubes d'air dans un local. Houzé de l'Aulnoit a fait élever à chaque extrémité des salles de l'hôpital Saint-Sauveur, de Lille (très défectueux), une gaine qui ne sert que de tuyau d'appel et d'évacuation ; il y brûle constamment un bec de gaz derrière un verre dépoli, de façon à servir simultanément à la ventilation et à l'éclairage nocturne. C'est au moins là une ressource dans les vieilles bâtisses, élevées par la foi et la charité des comtesses des croisades, mais en dépit de l'hygiène et quelquefois du sens commun (la dévotion moderne s'efforce de ne pas en perdre la tradition).

Une autre manière d'utiliser les cheminées, c'est d'y faire déboucher, ou d'y adosser des gaines d'évacuation dont l'orifice inférieur est au ras du plancher ou mieux sous le plafond d'une salle et qui s'élèvent obliquement dans la muraille jusqu'à la rencontre du tuyau de fumée. Dans le cas d'embouchure de ces gaines avec le tuyau de la cheminée, l'air évacué partage rapidement la température des gaz qui viennent du foyer, et la ventilation est sûre et régulière pourvu qu'il y ait toujours du feu allumé sous la cheminée. Dans le cas d'adossement simple, l'air de la gaine s'échauffe assez par voisinage pour conserver le mouvement ascendant, pendant que la cheminée fonctionne ; si le feu vient à y être interrompu, l'appel dans la gaine s'affaiblit, devient nul et peut même être remplacé par un courant de sens contraire; mais, au moins, il ne ramènera pas dans l'appartement l'air odorant de la cheminée même, puisqu'il n'y a pas de communication directe.

Théorie du tirage des cheminées. — La cheminée est un tube dans lequel une colonne d'air est en antagonisme avec une colonne extérieure de même base (la section de la cheminée); l'équilibre est d'autant plus sûrement rompu que l'échauffement de l'air dans la cheminée est plus accentué ; de même, plus la cheminée est haute, plus la différence de pression est considérable, en faveur de la colonne d'air libre. C'est pour cela que les hautes cheminées d'usine ont un puissant tirage ; leur élévation monumentale ne sert pas seulement à porter la fumée fort au-dessus des maisons environnantes, c'est encore jusqu'à présent le plus sûr moyen de rendre la combustion aussi complète que possible dans les foyers industriels et d'obtenir des cheminées « fumivores ».

La colonne d'air contenue dans la cheminée est-elle amenée au double de son volume par l'échauffement, cet air n'est plus que moitié aussi lourd que l'air extérieur, il ne peut plus faire équilibre qu'à une colonne d'air extérieur de hauteur deux fois moindre. C'est pour cela qu'il monte, non par une force à lui propre en qualité d'air chaud, mais parce qu'il est réellement poussé.

On peut calculer la vitesse avec laquelle l'air, spécifiquement plus léger de

la cheminée, est soulevé par l'excès de pression de l'air extérieur. Soit v cette vitesse :

$$v = \sqrt{\frac{2gH(T-t)}{273+t}} \text{ mètres par seconde.}$$

H est la hauteur en mètres de la cheminée ;

g, la vitesse acquise, soit $9^m,81$;

t, la température de l'air extérieur ;

T, la température (plus élevée) dans le tuyau de la cheminée.

D'où il suit que, pour une même température extérieure, le tirage de la cheminée augmentera du *double*, ou bien en donnant au tuyau une hauteur *quatre* fois plus considérable, ou bien en y entretenant une température quatre fois plus élevée.

Quand on voit un fort tirage se produire avec une cheminée de faible élévation, c'est que l'action raréfiante du vent dominant à l'époque supplée au défaut de hauteur. D'autres fois, c'est que des canaux recourbés, entre le foyer et la cheminée d'appel, faisant le même office que le siphon sur l'écoulement des liquides, favorisent la ventilation.

L'expérience a démontré qu'avec une différence de 20 à 25 degrés entre la température intérieure d'une cheminée et la température extérieure, il se fait à l'orifice supérieur de la cheminée un écoulement d'une vitesse de 2 mètres par seconde.

Partant de cette donnée, Bouillard calcule la vitesse d'écoulement par une cheminée quelconque, la section des orifices d'évacuation dans les salles, celle des conduits collecteurs et celle de la cheminée.

« La vitesse d'écoulement, ou le volume d'air ou de fumée évacué en une seconde par une cheminée d'appel ou d'évacuation est proportionnelle, d'abord à la racine carrée de l'excès de la température du gaz dans la cheminée sur la température de l'air extérieur, ensuite à la racine carrée de la hauteur de la cheminée, et enfin à l'aire de la section du conduit de cette cheminée.

« Cette loi peut s'exprimer par les deux formules suivantes :

$$V = \sqrt{(T-T') \times H} \qquad \text{et} \qquad Q = KA\sqrt{(T-T') \times H}$$

dans lesquelles V = la vitesse moyenne de l'air dans le conduit,

K est un coefficient numérique constant pour chaque conduit et dépendant de ses proportions ;

T est la température moyenne du conduit ou de la cheminée ;

T', la température de l'air extérieur ;

H, la hauteur de la cheminée ;

Q, le volume d'air écoulé en une seconde ;

Et A, l'aire de la section de la cheminée ou du conduit ;

« Il s'ensuit :

« Qu'on active le tirage d'une cheminée en augmentant sa hauteur ; qu'on augmente le volume d'air écoulé en une seconde, en donnant à la section transversale une plus grande superficie ; et enfin que, toutes choses égales d'ailleurs, le volume d'air évacué sera toujours le même lorsque la température de l'air intérieur excèdera celle de l'air extérieur d'un même nombre de degrés. »

La vitesse de l'air devant être de $0^m,80$ par seconde aux premiers orifices d'appel (dans la salle), de $1^m,20$ dans les premiers conduits collecteurs et de 2 mètres à l'orifice supérieur de la cheminée d'évacuation, il en résulte que :

1° Pour des salles de seize lits, à chacun desquels on alloue 80 mètres cubes par heure (soit, pour l'ensemble, 1,280 mètres cubes à l'heure, ou $0^{mc},355$ par seconde)

la section totale des orifices intérieurs d'appel devra être égale à $\frac{0^{mc},355}{0,80} = 0^{mq},443$.
Et, s'il doit y avoir un orifice tous les deux lits, la section pour chaque orifice sera $\frac{0^{mq},443}{8} = 0^{mq},0553$, qui peuvent être obtenus par $0^m,23$ sur $0^m,23$;

2° Les deux premiers collecteurs verticaux devant réunir l'air vicié de 8 lits, soit $0^{mc},177$, avec une vitesse de $1^m,20$ par seconde, auront chacun une section de $\frac{0^{mc},177}{1^m,20} = 0^{mc},1475$. On pourra donc leur donner $0^m,35$ sur $0^m,45$;

3° La vitesse de l'air dans la cheminée générale d'évacuation devant être de 2 mètres par seconde pour un volume total de 2,560 mètres cubes (deux salles) par heure, on lui donnera à la base $\frac{0^{mc},711}{2^m,0} = 0^{mq},355$; c'est-à-dire $0^m,59$ sur $0^m,60$ ou 1 mètre sur $0^m,35$.

La section libre des orifices d'arrivée de l'air nouveau s'obtient de même, en divisant le volume total de l'air à admettre en une seconde par la vitesse fixée pour l'arrivée; ce qui donne, pour les salles, à raison de 1,280 mètres cubes à l'heure, ou $0^{mc},3550$ par seconde et d'une vitesse de 1 mètre, 1 mètre sur $0^m,35 = 0^{mq},3550$, pour la section du conduit principal que l'on peut ensuite subdiviser très facilement.

La nature de cet ouvrage ne nous permet pas d'entrer entièrement dans l'étude physique et mathématique des cheminées. On en trouvera la théorie complète dans le savant *Traité de la chaleur* de Péclet et Hudelo, ainsi que les modifications que fait subir au tirage des cheminées l'influence des vents, de la température extérieure, de la pression barométrique, de l'état hygrométrique de l'air, des rayons solaires.

Si l'on dispose d'une cheminée suffisamment haute et que l'on y maintienne en permanence, tout exprès, un foyer allumé, on ne risque rien de

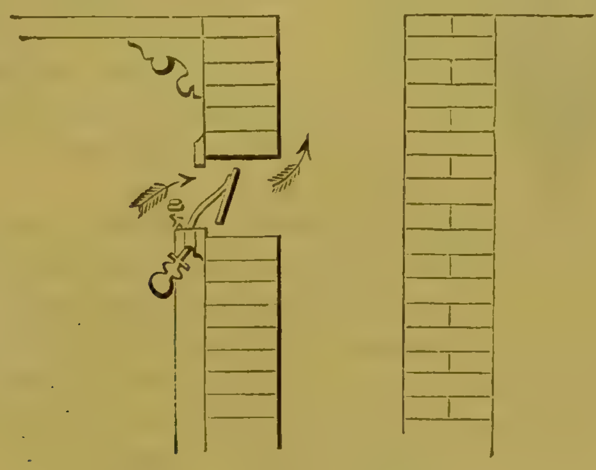


Fig. 107. — *Ventilateur d'Arnott.*

faire arriver à la cheminée ou à son foyer, directement, le canal collecteur de l'air extrait des locaux, en le dirigeant toutefois de bas en haut (Hudelo); c'est ce qui se pratique à l'hôpital de La Charité, de Lille, comme à l'hôpital militaire de Vincennes et quelques autres. Mais, lorsque l'échauffement de la cheminée, par la destination même de celle-ci, est intermittent,

il est maladroit d'y faire déboucher directement les gaines de ventilation des appartements, les tuyaux d'évent des latrines, etc. Les soupapes que l'on a imaginées pour prévenir les courants renversés ne paraissent pas une garantie suffisante. Celles qui fonctionnent automatiquement, comme le « *self-regulating chimney-ventilator* » d'Arnott (fig. 107), ne laissent pas que d'inspirer une certaine défiance; la pratique est si loin de la théorie et les mécanismes qui fonctionnent tout seuls sont si vite dérangés ! Cependant, on ne reproche encore rien au *ventilateur Renard*, placé, depuis deux ans, dans les chambres de nos casernes, et qui est exactement le même que le précédent, sauf que la soupape est un petit rideau de soie, s'ouvrant de dedans en dehors, mais s'appliquant sur une grille verticale, lorsque la pression est de l'extérieur vers l'intérieur. Quant aux dispositifs confiés à la vigilance des habitants eux-mêmes, ils courent tous les risques de l'oubli et de l'indifférence qu'on rencontre dans les classes les plus éclairées. On devra n'en pratiquer jamais de pareils dans la demeure des soldats. C'est pourquoi le ventilateur figuré ci-après (fig. 108), et que Bertin-Sans attribue à Munde, nous semble médiocrement recommandable. Wiel et Gnehm, qui le regardent comme approprié aux habitations particulières, le décrivent ainsi : « Il se compose d'un tube qui part du plafond de la pièce à ventiler, se dirige obliquement à travers la muraille pour aller s'aboucher dans un tuyau de cheminée. L'ouverture située dans la pièce est munie d'un opercule » que l'on rabat sur l'orifice lorsque l'air de la cheminée vient à être plus froid que celui de l'appartement. Un appareil de ce genre, dont l'orifice circulaire a 20 centimètres de diamètre (ou $0^{mq},0314$ de section), avec une vitesse de l'air égale à 2 mètres par seconde, évacue en une heure 224 mètres cubes, c'est-à-dire environ la quantité de renouvellement suffisante pour 3 à 4 personnes.

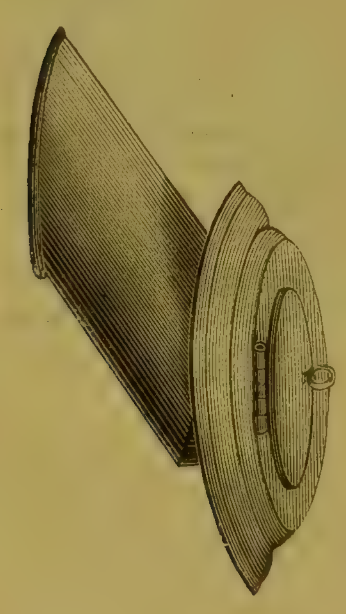


Fig. 108. — *Ventilateur à opercule.*

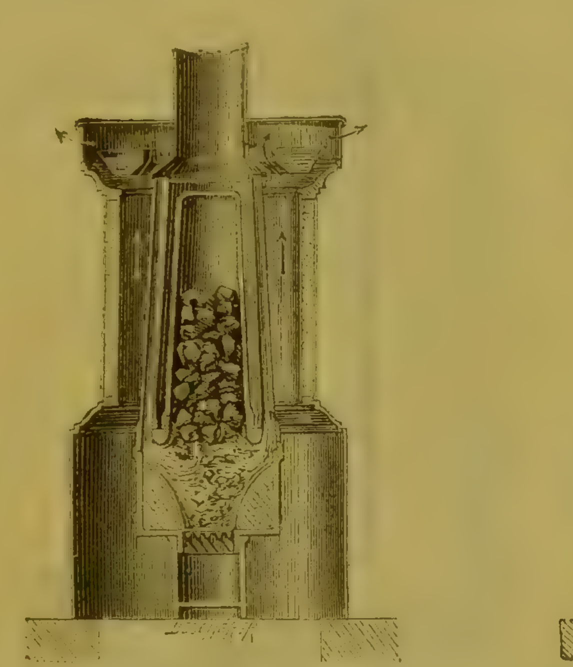
Le chiffre d'évacuation ne prouve pas, on le sait, que l'air intérieur a été renouvelé d'autant; il se peut qu'il y ait, le long des murs, des courants qui ne servent guère à la masse dans laquelle les habitants respirent. Mais, un défaut capital, c'est que ces ventilateurs de maisons particulières doivent être fermés pendant la nuit, puisqu'à ce moment on ne fait pas de feu dans les cheminées; c'est-à-dire qu'ils suspendent leur service juste au moment où l'on en a le plus de besoin.

Il en est, d'ailleurs, de même des ventouses ménagées dans les chambres de casernes, les unes au plafond pour l'entrée de l'air neuf, les autres au ras du plancher, formant l'orifice d'une gaine d'évacuation qui va rejoindre la cheminée des cuisines. En hiver, pendant la nuit, le feu des cuisines étant éteint, l'air de la cheminée devient plus froid que celui de la chambre que la présence des hommes échauffe, et le courant se met à l'inverse du

sens voulu. Si les orifices d'évacuation sont, au contraire, vers le plafond et les prises d'air au ras du plancher, les soldats obturent de leur mieux ces ventouses, qui leur amènent tout d'abord du froid. En été, tout orifice est bon, pourvu qu'on l'ouvre.

Poêles et calorifères ventilateurs. — Ces appareils, qui ont précédé les machines à extraction ou à propulsion, peuvent se diviser en trois classes : les *poêles* qui agissent uniquement sur l'air intérieur ; — ceux qui appellent l'air extérieur et le chauffent dans la pièce même, *calorifères d'appartement*; — les grands *calorifères*, ou *chauffage central*, qui envoient dans les locaux de l'air chauffé à distance.

Le plus simple poêle de corps de garde est un ventilateur, puisqu'il use



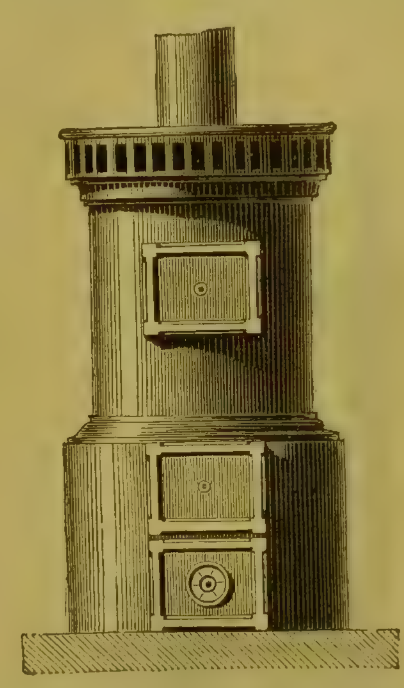


Fig. 109 et 110. — *Modèle de cheminée adopté par la ville de Paris et construit par MM. Geneste et Herscher frères.*

une portion de l'air intérieur pour s'alimenter et qu'il en entraîne, dans son tuyau de fumée, une autre portion par l'appel de son foyer. Mais, même avec des orifices d'accès convenablement disposés, ce qui est rare dans ces circonstances, le poêle à enveloppe simple est un ventilateur de peu de puissance, sans compter d'autres inconvénients positifs, dont il sera parlé (Voy. CHAUFFAGE). Un poêle de ce type et d'une taille moyenne n'évacue que 60 mètres cubes à l'heure, par une différence de 12 degrés entre la température intérieure et l'extérieure; à peine ce qui est nécessaire à deux personnes saines. Enfin, l'air introduit, d'ordinaire par les pores et joints naturels, est froid et enveloppe les pieds des individus présents.

Il est clair que les poêles à double enveloppe, encore qu'ils remédient à quelques-uns des défauts du précédent, ne ventilent pas beaucoup plus par cela seul qu'ils ont une enveloppe double, si l'on se borne à faire passer l'air de la chambre dans l'espace annulaire vide, ménagé entre les deux

manchons, pour le déverser par en haut par des bouches de chaleur. Mais il en est tout autrement si l'on fait arriver dans cet espace de l'air pris à l'extérieur, à l'aide d'une gaine convenablement disposée et calibrée. C'est ce que l'on a réalisé de diverses manières. Il a suffi de reprendre l'idée de Gauger, Belmas, Péclet, Douglas-Galton, et d'appliquer aux poêles ce que l'on avait fait pour les cheminées.

Michel Lévy a décrit des « calorifères » établis sur ce type dans les pavillons alors récents du Val-de-Grâce, et qui étaient loués par Guérard. « Les prises d'air extérieur ont lieu par des ouvertures de 20 centimètres carrés de section. Cet air, après avoir passé par des conduits qui enveloppent le foyer, se déverse dans la salle par

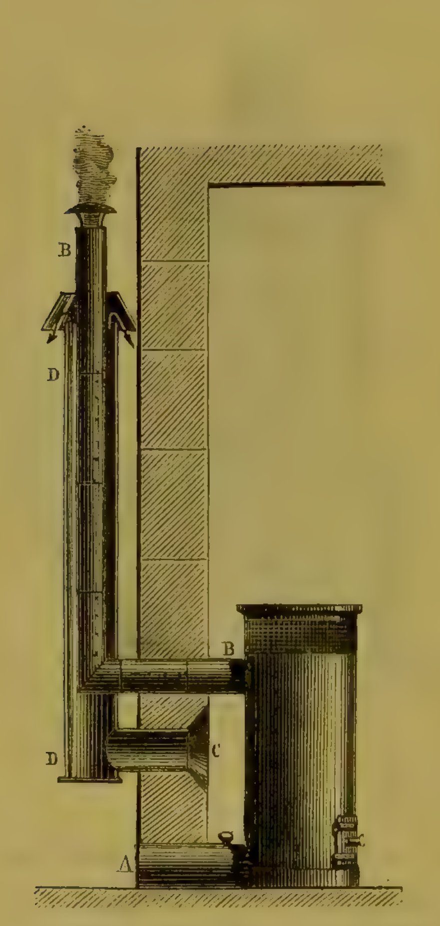


Fig. 111. — *Poêle ventilateur.*

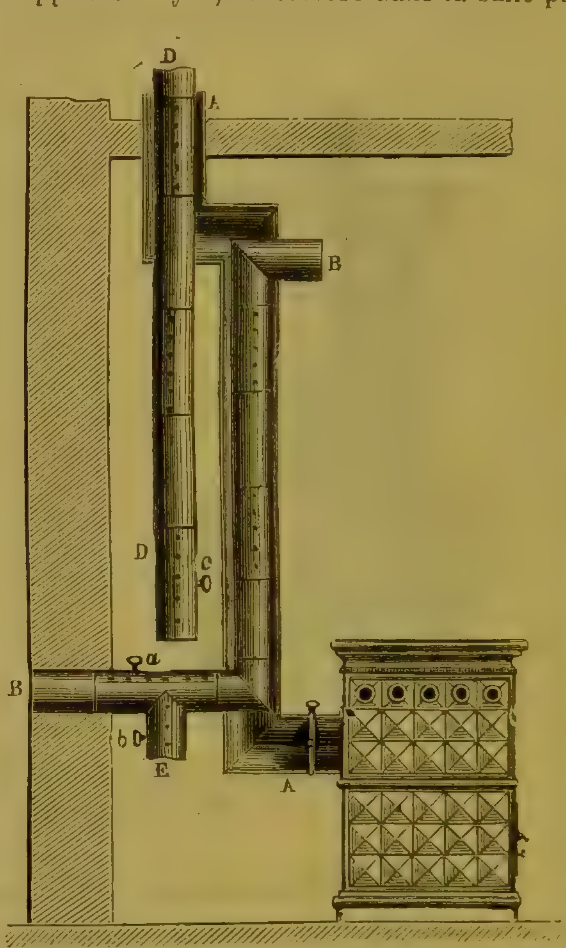


Fig. 112. — *Poêle ventilateur.*

des bouches de chaleur, s'élève vers le plafond en vertu de sa moindre densité et refoule par son élasticité les couches d'air dont il prend la place et que l'appel du foyer sollicite à descendre; la rapidité du renouvellement de l'air est réglée par celle de la combustion. » C'est-à-dire que l'orifice d'évacuation n'est autre que le poêle lui-même.

Tous ces poêles-ventilateurs possèdent, autour du foyer, du poêle et quelquefois du tuyau de fumée, ce qui est une bonne condition, un espace annulaire ou « chambre de chauffe », limité extérieurement par un manchon (*Mantelofen*) de structure variable; à la partie inférieure de la chambre de chauffe débouchent les canaux de prise d'air extérieur; à sa partie supérieure, sont des bouches par lesquelles l'air neuf, chauffé, se déverse dans la salle. Les figures 109 et 110 repré-

sentent le poêle Geneste, construit sur ce principe, qui est adopté dans certaines écoles municipales de Paris.

« Ces calorifères chauffent moins par rayonnement qu'en versant dans la classe de l'air pur pris à l'extérieur et dont ils ont élevé la température. L'appareil de fonte où le coke est brûlé est placé au centre et à la base du calorifère; il est enveloppé d'abord d'une large colonne d'air en mouvement, qui met à l'abri du rayonnement, puis d'un manchon de tôle à doubles parois, entre lesquelles est une épaisse couche de sable » (Riant). On ne saurait mieux préciser une erreur.

Il est facile de faire bénéficier de ce mode de ventilation, sans grands frais, même les vieux bâtiments. Le Dr Böhm a installé des poêles d'un type analogue à l'hôpital général de Vienne, en multipliant les prises d'air du dehors. On peut, d'ailleurs, à l'aide de registres, régler soit l'activité du foyer, soit l'accès de l'air extérieur.

Selon les ressources particulières, la dimension des pièces, le mode de construction, l'on varie ces dispositifs assez aisément. Les figures 111 et 112, empruntées à Péclet-Hudelo, indiquent deux des modes qu'on peut adopter. Dans la figure 111, la gaine A introduit l'air du dehors, DD est purement évacuatrice; dans la figure 112, la gaine B amène l'air extérieur; l'air vicié s'échappe par CD, qui est plutôt une cheminée d'appel.

Les pavillons (système Tollet) de l'hôpital militaire de Bourges sont chauffés et ventilés par des calorifères locaux entourés d'une enveloppe en tôle, divisée en deux parties par une cloison également en tôle. L'une est la chambre de chauffe; l'air extérieur vient s'y chauffer avant d'être versé dans la salle. L'autre est une chambre de ventilation par appel; elle est surmontée d'une gaine d'évacuation allant jusque par-dessus le toit et reçoit d'autre part un canal qui est le collecteur de l'air vicié recueilli au niveau du sol par des conduits nombreux et courts. Il a semblé, dans l'hiver de 1879-1880, que ce système chauffait mal, parce que l'air passe trop vite sur le calorifère; mais qu'en revanche, il ventilait peu efficacement, parce que l'air pur, à peine sorti de la bouche de chaleur, se précipite directement dans les orifices d'évacuation. (Communication épistolaire du Dr Dauvé, médecin en chef de l'établissement.)

En été, on produit la ventilation à l'aide d'une rampe de becs de gaz, placée dans la chambre de ventilation de chaque calorifère.

Un certain nombre des hôpitaux de Berlin et spécialement l'hôpital militaire du Tempelhof sont ventilés au moyen d'un poêle à enveloppe de la fabrication de Gropius et Schmieden, que l'on nous a assuré, sur place, être aussi efficace que simple. Il est, d'ailleurs, disgracieux par sa masse. Deux poêles de fer à double enveloppe, cylindriques, sont placés au milieu de la salle, à une faible distance l'un de l'autre, sur une ligne perpendiculaire à la longueur du pavillon. Celui de gauche est un poêle *de circulation;* l'air de la salle entre dans l'espace annulaire qui sépare les deux enveloppes par des orifices ménagés dans le socle et sort chaud, par en haut, à travers une couronne de bouches de chaleur. L'autre est le poêle *de ventilation;* il reçoit dans sa double enveloppe l'air extérieur, qui lui est amené par un canal sous le plancher, et le verse chaud dans la salle par sa couronne de bouches de chaleur, comme le précédent. Entre les deux, une vaste gaine en tôle s'élève du plancher jusqu'au-dessus du toit; elle est traversée par les tuyaux de fumée des deux poêles, qui se réunissent en un seul, au centre de cette gaine; le tuyau de fumée la dépasse un peu par en haut. Le pied de cet énorme manchon est percé d'une couronne de trous allongés par lesquels l'air vicié est supposé être attiré pour s'élever dans la gaine, qui est, par suite, d'évacuation (voy. fig. 113).

Il est probable que ce procédé mérite les mêmes reproches que la ventilation de l'hôpital de Bourges. Nous ne savons si l'air évacué par les orifices de la gaine forme un volume proportionné au cube de la salle, ni s'il ne se fait pas là de cou-

rants. Dans tous les cas, nous ne sommes pas persuadé que cette évacuation par en bas serve à purifier entièrement l'air du local; l'air chaud, léger quoique vicié, peut bien rester en une couche assez épaisse dans la partie supérieure de l'espace. Pour mémoire, ajoutons que la circulation d'air vicié par l'un des poêles ne nous paraît pas conforme à la propreté intérieure.

En outre, il ne semble pas qu'on ait prévu la ventilation pour le moment où le chauffage cesse, c'est-à-dire la *ventilation d'été.*

Le docteur W. Roth a décrit (1878) un système de ventilation et chauffage, installé par l'ingénieur Kelling dans l'une des nouvelles casernes de Dresde. En hiver, l'air pur, chauffé par un calorifère en sous-sol, arrive dans les chambres un peu au-dessus de la demi-hauteur du mur; l'air vicié, qui est naturellement au pla-

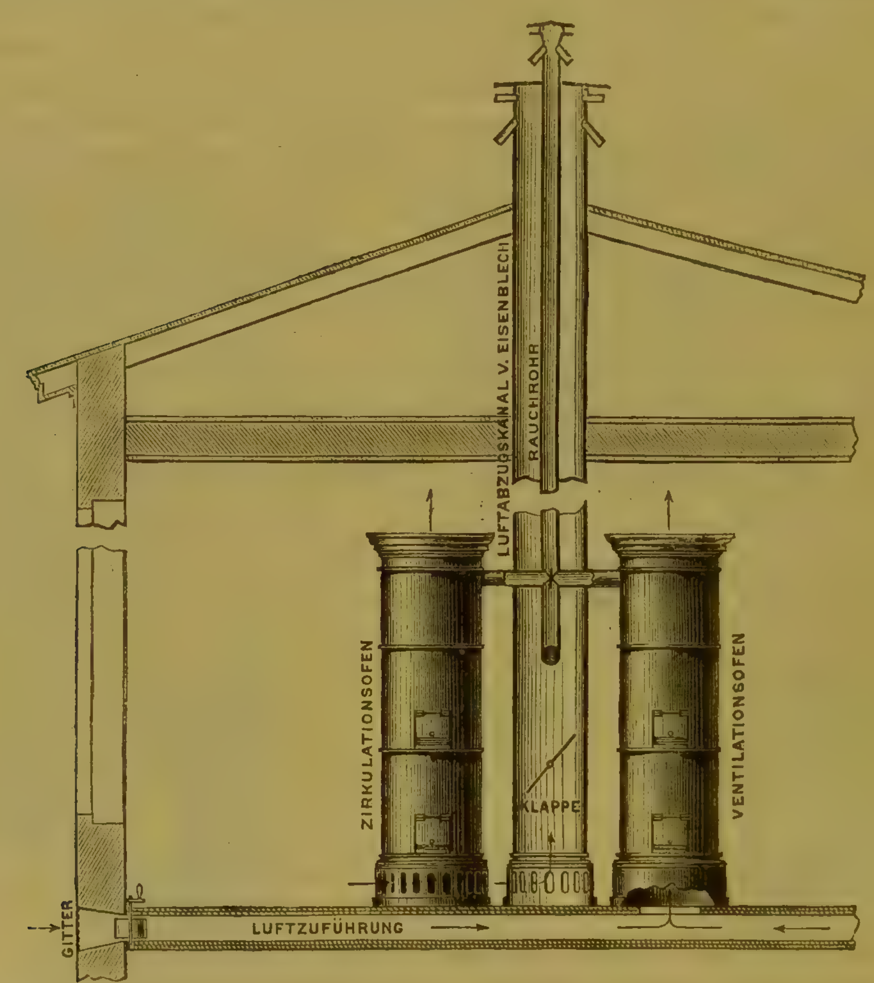


Fig. 113. — *Poêle ventilateur de Gropius et Schmieden.*

fond, doit néanmoins s'en aller par une ouverture au pied du mur opposé, répondant à une gaîne d'évacucation où rien ne fait appel. En été, l'air d'entrée pénètre par en bas et s'échappe par la partie supérieure des fenêtres. Il nous a paru inutile de figurer cet appareil médiocre. Mais Kelling a fait mieux pour les hôpitaux de garnison, ainsi qu'on en peut juger par les figures 114 et 115, qui n'ont pas besoin d'explication. Nous signalons seulement le foyer et le tuyau de chaleur destinés à faire appel dans la gaîne d'aspiration (à gauche des figures) et qui assure bien la ventilation d'été.

La « maison d'accouchement » de Saint-Pétersbourg reçoit un air échauffé par neuf calorifères situés au rez-de-chaussée et où l'on brûle du bois de pin. Cette

installation a été établie sous la direction du baron de Derschau, qui depuis s'est cependant prononcé (au Trocadéro, 1878) contre l'introduction d'air chauffé au préalable. Une bonne précaution, ç'a été de construire ces appareils en briques réfractaires.

En France, un assez bon nombre de maisons particulières de quelque importance sont encore chauffées et ventilées par des *calorifères* à charbon, placés dans le sous-sol. L'air vicié s'en va comme il peut, ou ne s'en va

Fig. 114. — *Ventilation d'été* (*).

Fig. 115. — *Ventilation d'hiver* (**).


Air froid extérieur.


Air vicié.


Air chaud.

pas du tout ; on n'y a pas songé. Je crois qu'il y a surtout un mélange des bouffées d'air chaud, que le calorifère envoie d'en bas, avec les portions antérieures du même air, qui se sont refroidies en redescendant le long des murs et des fenêtres. Le renouvellement est laissé au hasard et se fait tant bien que mal par les joints des fenêtres et des portes et à travers les murailles. A l'hôpital de la Charité de Lille, il y a au moins une haute cheminée dans laquelle se rendent les gaines d'évacuation, dont l'orifice est au pied des murs des salles ; cet énergique appel permet de supposer que

(*) Le foyer V est en activité. La soupape *c* est ouverte, ainsi que K et *a*, *b* est fermée.
(**) Le calorifère est allumé. Les soupapes K, *a*, *b*, sont ouvertes ; *c* est fermée.

l'air chaud, débouchant sous plafond, se diffuse et descend dans la salle avant que d'être refroidi. Dans tous les cas, en été, lorsque le calorifère est éteint, la cheminée d'appel remplit un excellent office,... quand elle fonctionne.

Comme on le voit, tous ces systèmes sont à double fin et prétendent obtenir le chauffage par la ventilation et la ventilation par le chauffage. Il y a là d'autres dangers encore que celui de voir l'un des deux buts incomplètement atteint. Mais c'est une question de principe sur laquelle il sera nécessaire de revenir et dont on trouvera la discussion plus loin. Ce que nous pouvons dire ici, c'est que les plus tolérables de ces appareils sont ceux dans lesquels l'air est le moins actionné par le foyer de chaleur et où il passe assez vite pour n'être que très modérément chauffé ou plutôt pour *cesser d'être froid.*

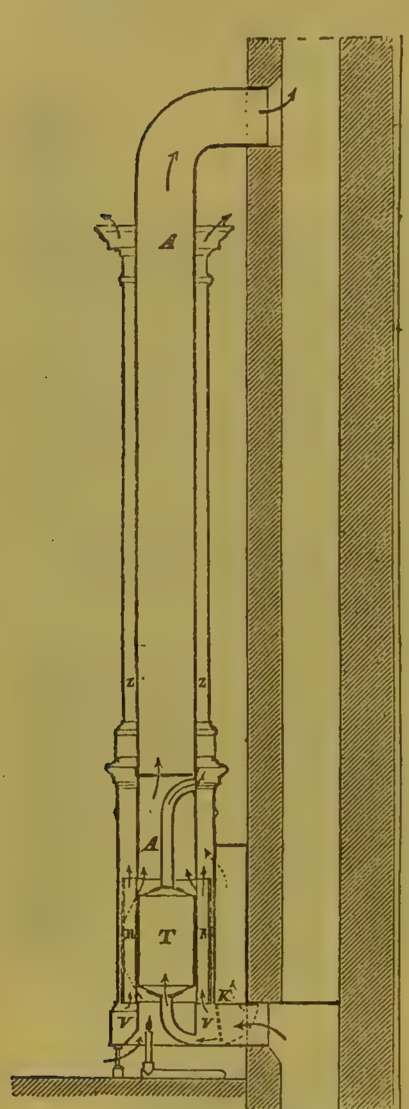


Fig. 115 *bis.* — *Paragon de Käuffer.*

Le dispositif que la maison Käuffer (Berlin et Mayence) intitule *Paragon*, et que nous avons vu fonctionner à l'Exposition d'hygiène de Berlin, en 1883, nous paraît satisfaire particulièrement à cette condition. On peut même y supprimer tout chauffage de l'air et n'employer la chaleur que pour l'extraction par appel de l'air vicié.

L'air frais pénètre par une gaine en tôle dans la caisse V, d'où il s'élève, par un système de tuyaux dans le canal collecteur Z. Une partie de cet air se rend dans le tambour T, d'où il rejoint l'autre portion, après avoir été chauffé par un bec de gaz ou une lampe à pétrole. En été, comme il est inutile d'échauffer l'air, on ferme, au moyen de la valve K, l'accès du tambour et tout l'air se rend dans l'espace Z, d'où il se répand dans la pièce. L'air vicié est repris au ras du sol, grâce à l'appel par la chaleur, traverse les canaux R, et, par le tube intérieur A, se rend dans une gaine d'évacuation qui débouche au-dessus du toit (Voy. fig. 115 *bis*).

Le paragon s'applique aisément aux maisons particulières; mais l'on conçoit qu'en le plaçant dans le plafond au-dessus d'un lustre, il fonctionnera avantageusement dans une salle de réunion, dans un théâtre.

Appel thermique et chauffage à l'eau ou à la vapeur. — Nous comprenons sous ce titre les grands appareils qui, tout en acceptant le fâcheux principe de la connexité du chauffage et de la ventilation, évitent cependant le calorifère, vrai ou atténué. On les exécutait naguère dans les hôpitaux-monuments du milieu du siècle et dans les palais législatifs.

L'appel par la chaleur se fait directement sur l'air de la salle, que l'air extérieur vient naturellement remplacer. Il y a la double raréfaction de Wolpert; la raréfaction *relative* par la chaleur et la dilatation de l'air dans les chambres et cheminées d'appel, et la raréfaction *absolue* dans la salle, par soustraction d'une certaine quantité d'air. Si cette dernière n'est pas simplement virtuelle, elle est au moins insignifiante, comme le reconnaît Bertin-Sans.

Dans la construction, on distingue l'appel *en contre-haut* et l'appel *en contre-bas*.

Le premier mode, qui n'est pas le premier en date, se trouve réalisé dans la ventilation des pavillons de gauche de l'hôpital Lariboisière. « Des chambres à air, chauffées par des poêles d'eau chaude, sont disposées dans les combles de chaque pavillon, sous une cheminée d'appel; elles communiquent par des conduits verticaux ménagés dans les murs et par des bouches d'appel avec les salles de malades. L'air frais pénètre dans les salles par des conduits horizontaux qui s'ouvrent au dehors au niveau du plancher; il s'échauffe, en hiver, au contact d'un système de tuyaux et de poêles d'eau chaude, et sort par les bouches d'appel pour se rendre dans la chambre à air et de là dans la cheminée qui le disperse dans les couches supérieures de l'atmosphère. » (Ch. Sarazin.) Léon Duvoir et Leblanc ont attaché leur nom à ce double système de ventilation et de chauffage qui, dans le temps, passionnait Boudin et se trouve, paraît-il, être un des plus coûteux et l'un des moins efficaces (Grassi). La figure 116 représente la partie qui a trait à la ventilation.

Quand on lit avec soin les appréciations, généralement sévères, qui ont été formulées à l'endroit du système Duvoir-Leblanc, il semble que le tort le plus sérieux de ces ingénieurs ait été de vouloir absolument faire servir le chauffage à la ventilation, ce qui, personne n'en doute, enlève à celle-ci beaucoup de l'uniformité qu'elle devrait avoir et diminue la puissance de l'appel, puisque la température de l'eau ne dépasse guère 100°. Mais il y a là un agent sérieux de ventilation; c'est la chambre d'appel; à tel point que, quand on a trouvé que le système fonctionnait bien, on a soupçonné que quelque tuyau secret, réservé pour les occasions d'épreuve, échauffait mystérieusement, au degré voulu pour un appel énergique, la chambre à air des combles. A notre avis, ce serait une note favorable, sinon pour le constructeur, au moins pour le système. Nous pensons qu'il faut chercher à *extraire* plutôt que *diluer* l'air intérieur; donc l'appel nous paraîtra toujours bon, à la seule condition qu'il ait lieu indépendamment des variations thermométriques du dedans ou du dehors.

Le second mode, qui porte aussi le nom de *système Grouvelle* (fig. 117), a été appliqué à l'un des pavillons de l'hôpital militaire de Vincennes jusqu'en 1875. Ch. Sarazin le décrit de la façon suivante : « Le foyer de deux chaudières à vapeur destinées au chauffage des salles, des bains, de la buanderie, etc., aboutit à un tuyau de tôle vernissée qui monte par une cheminée d'appel à environ 27 mètres du sol. De cette cheminée partent des conduits qui se ramifient dans les murs du bâtiment et qui s'ouvrent

dans les salles par deux séries de bouches d'appel, à 0m,28 et à 2m,50 du parquet, au milieu de chaque trumeau. L'air vient des caves dans des conduits placés dans les murailles et sous le plancher; en hiver, il est

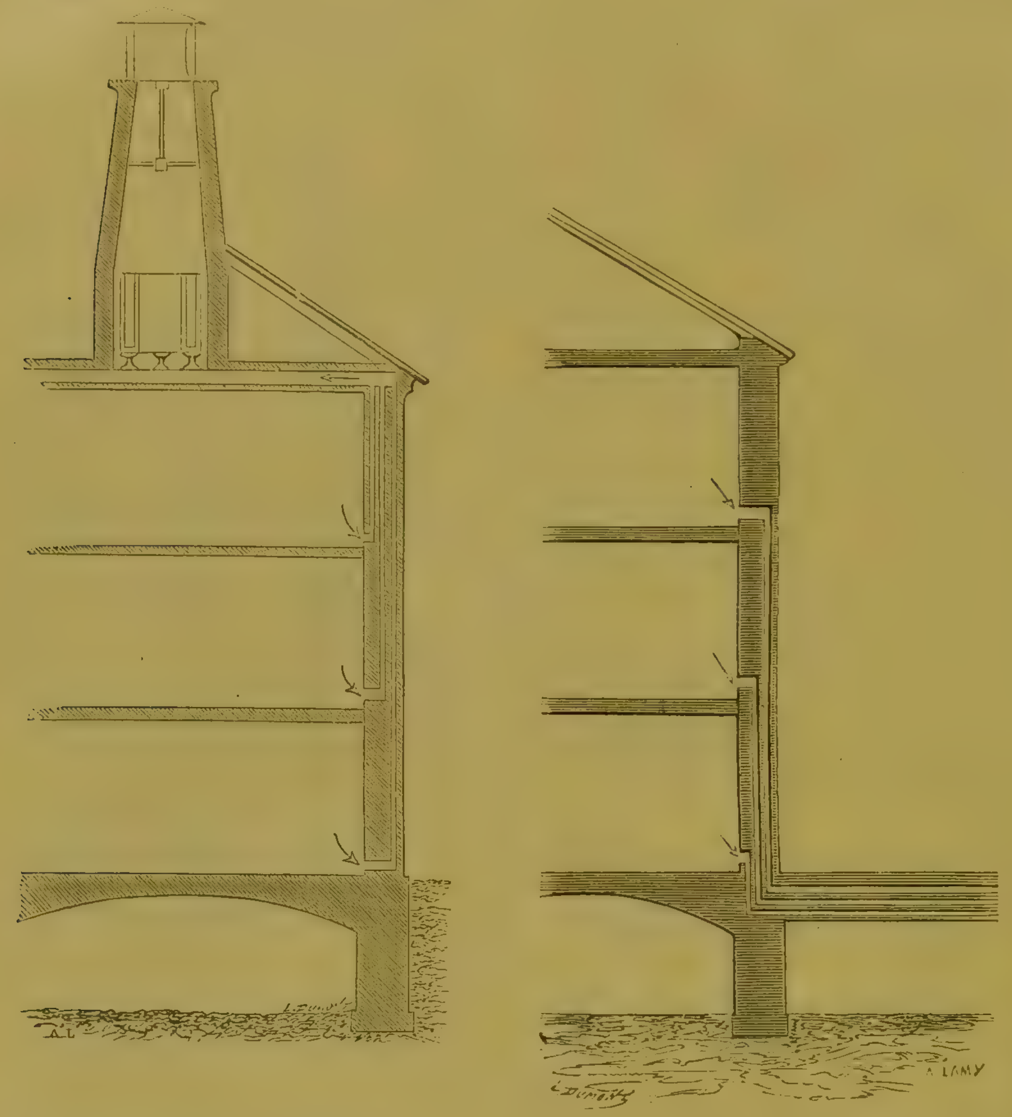


Fig. 116. — *Appareil de ventilation par appel en contre-haut.*

Fig. 117. — *Système de ventilation par appel en contre-bas.*

(D'après A. Morin, *Manuel pratique du chauffage et de la ventilation*, pl. II.)

échauffé par les tuyaux de vapeur et les poêles à eau chaude des salles. Grâce à son excès de température, il monte vers le plafond, descend en se refroidissant, sort par les bouches d'appel et suit les conduits verticaux qui se réunissent et forment un égout collecteur qu'il traverse pour monter dans la cheminée d'appel, chauffée par le tuyau de fumée des chaudières. » Ce système fonctionne bien en hiver et fournit 70 mètres cubes à l'heure par malade; en été, la chaudière de chauffage étant éteinte, le tuyau de fumée ne développe plus assez de chaleur pour déterminer un appel suffisant. On y supplée en partie en allumant un foyer ouvert au point de jonction de l'égout aspirateur et de la cheminée.

La raison qui a fait renoncer au mécanisme Grouvelle, c'est que le système de poêles à eau chauffée par la vapeur ne valait rien et était dangereux. La maison Geneste et Herscher l'a remplacé par une circulation de vapeur mieux entendue, mais en conservant les gaines et collecteurs d'appel en contre-bas. Seulement on a établi une petite machine de pulsion pour les pavillons extrêmes de l'aile gauche, et l'on a substitué, à la prise d'air des caves, des prises d'air dans le jardin.

Ce sont là des perfectionnements avantageux; mais le tuyau de fumée des deux générateurs ne peut toujours pas faire appel quand on y fait peu ou pas de feu, c'est-à-dire quand le chauffage chôme.

Voilà des mécanismes bien compliqués et bien coûteux, pour être passibles de tant de justes critiques. Même en les supposant bien entendus, ils sont voués à un fonctionnement inégal, en tant que ventilateurs, sans parler du chômage accidentel par dégradations spontanées, par ignorance ou incurie des employés, etc. On ne s'est pas nettement aperçu, du reste, que leur installation ait décidément abaissé la mortalité des hôpitaux, et, pour ce qui regarde l'hôpital de Vincennes, il est à croire que son emplacement joue un plus grand rôle dans sa salubrité que ses appareils ventilateurs.

Dans les habitations collectives, lorsqu'il n'y a pas une situation urgente, comme elle peut l'être dans les théâtres, les ateliers, on recourt également, aujourd'hui, à la ventilation par *appel thermique*, mais en séparant le chauffage de la ventilation. C'est ainsi que Geneste-Herscher ventilent par appel les écoles de la ville de Paris, en utilisant la chaleur perdue par les tuyaux de fumée; la maison de santé de Charenton, l'hôpital de Saint-Germain, l'hospice de Château-Thierry, au moyen de foyers d'appel spéciaux; le lycée Michelet, à Vanves, avec un appareil d'appel à vapeur; le Conseil d'État, avec un appareil à gaz.

Ventilation par appel mécanique. — Il est des circonstances dans lesquelles l'indication d'extraire l'air vicié est bien plus urgente que celle de diluer par l'arrivée d'air neuf les impuretés qu'il contient; ou bien encore l'appel que l'on obtient par l'inégalité de température est non seulement insuffisant, mais dangereux. Les deux cas se présentent dans l'industrie. Tantôt ce sont des poussières qu'il faut aspirer par un courant énergique, tout près de l'endroit où elles se forment; tantôt ce sont des gaz qui sont dangereux, même étendus, et qu'il est urgent d'extraire comme irrespirables, mais surtout comme inflammables et explosibles (grisou). Dans ce dernier cas, l'appel par un foyer réalise quelquefois l'explosion que l'on voulait éviter.

C'est pour cela que dans les filatures, dans les ateliers où l'on travaille les meules, dans ceux où l'on affile les aiguilles, les armes blanches, on a installé des *aspirateurs* mécaniques, dont la partie essentielle se rapproche toujours des quatre ailes perpendiculaires sur un axe, du tarare vulgaire; pour cela, surtout, que l'on a substitué, dans la ventilation des puits de mines, aux cheminées d'appel par des foyers, dont le fonctionnement n'est ni assez énergique ni assez invariable, de puissants ventilateurs à aubes, mus par une machine à vapeur, d'un effet irrésistible et constant, en même temps qu'étranger à toute éventualité d'accidents formidables. Nous

avons vu une machine de ce genre, à Anzin, et en avons reconnu les heureux résultats dans les galeries du fond. Le plus usité actuellement de ces appareils est le ventilateur centrifuge Guibal (Péclet-Hudelo). Quand il est besoin d'une dépression encore plus grande, on a recours aux appareils *pneumatiques* de Fabry et de Lemielle (J. Bez).

Jusqu'à présent, rien de pareil n'a été essayé dans les habitations même collectives : Degen conseille l'aspiration mécanique à la vapeur dans tous les établissements qui abritent au delà de cent individus. Cependant on ne la trouve que dans certains ateliers spéciaux ; encore a-t-on en vue l'extraction de corps étrangers véritables plutôt que le renouvellement de l'air respiré. Il semblerait donc que nous nous fussions écarté de notre sujet. Mais la réflexion suivante nous y ramène.

Les machines à propulsion d'air sont, comme on le verra, passibles de diverses critiques au point de vue de la ventilation seule ; mais, dans tous les cas, un fait semble incontestable : c'est qu'elles sont à la fois aspirantes et *foulantes* et, par conséquent, fournissent un double travail dont le refoulement est la partie la plus pénible. Ne pourrait-on pas, de ce seul fait, réaliser une économie en consacrant tout l'effort de la machine à l'aspiration ? Pour cela, il suffirait de renverser l'effet que l'on s'obstine à produire et le courant de l'air ; on aspirerait mécaniquement l'air des salles d'hôpital ; une fois dans le tambour d'aspiration, la propulsion le rejetterait au dehors. Mais alors, il n'a plus besoin d'être *poussé* à l'extérieur, il y va de lui-même par diffusion ; quant à l'air frais, il se précipite par tous les pores qu'on lui ménage pour venir compléter l'atmosphère dans laquelle on a opéré la raréfaction absolue. Dans les mines, il rentre par les puits d'extraction, dont le puits de ventilation est tout à fait distinct.

Des ventilateurs de ce genre pourraient aisément être adaptés à des ateliers, à poussières ou non, mais très peuplés. Là, il y a un arbre de mouvement, animé par une machine à vapeur, et il semble facile de prélever un peu de cette force pour mouvoir, dans le local approprié, un mécanisme d'aspiration. C'est à peine s'il serait utile de dissimuler les gaines d'évacuation en rapport avec le tambour du ventilateur.

B. Ventilation par propulsion. — Les appareils d'injection d'air paraissent être les plus anciens dans l'histoire de la ventilation, et il semble étonnant que notre siècle savant ait cru réaliser un progrès en reprenant ces procédés, « primitifs » à plusieurs égards. Dans l'ouvrage de George Agricola, publié à Bâle en 1657 (Ch. Joly), on trouve décrit un vaste soufflet, adapté à l'entrée d'une galerie de mine et que l'on manœuvrait par un levier. Jusqu'en 1820, la Chambre des communes, à Londres, fut ventilée par le tarare de Désaguliers, qui opérait, selon la volonté du président, l'aspiration ou la pulsion. Ch. Joly propose encore le moyen assez singulier de ventiler les salons, pendant que le beau monde des deux sexes y danse, à l'aide de la machine représentée fig. 118, dont la manivelle est confiée à un manœuvre ; l'injection d'air a lieu par le gros tube qu'on aperçoit au bas de la figure et qui est mis en communication avec un réseau de gaines d'arrivée dissimulées dans les corniches.

La plupart des ventilateurs à propulsion consistent essentiellement en un axe horizontal portant des ailes perpendiculaires et dont le plan est parallèle à la direction de l'axe ; cet appareil est installé dans un tube à

air et mis en mouvement par la vapeur, par des chevaux, par l'eau, par des hommes. Il pousse l'air derrière lui de la même façon que les roues d'un bateau à aubes projettent l'eau en arrière d'elles. Les ailes peuvent avoir la disposition inclinée en hélice ; on emploie même des hélices véritables fort analogues à celles des navires à vapeur qui, à vrai dire, n'utilisent qu'une faible fraction de la force produite. La figure 119 fait comprendre le type général de ces mécanismes.

A l'époque où l'on croyait que la ventilation artificielle est la seule solution du problème, la grande question que l'on agitait était de savoir si la propulsion est supérieure à l'appel. La ventilation actuelle de l'hôpital Lariboisière, où l'appel fonctionne à gauche et la propulsion à droite, est comme un souvenir monumental des vives discussions auxquelles on se livrait alors et de l'embarras dans lequel les hygiénistes eux-mêmes plaçaient les architectes. Ceux-ci ont reconnu depuis qu'il n'ont fait « pas grand'chose de bon » (Em. Trélat). Et pourtant les machines font *entrer*, c'est certain, les 100 mètres cubes que les médecins demandaient.

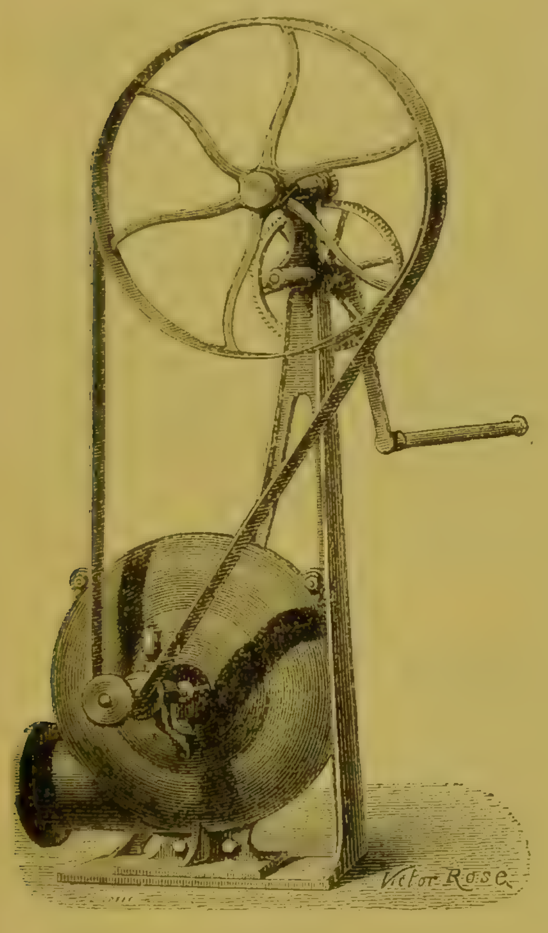


Fig. 118. — *Ventilateur des salons.*

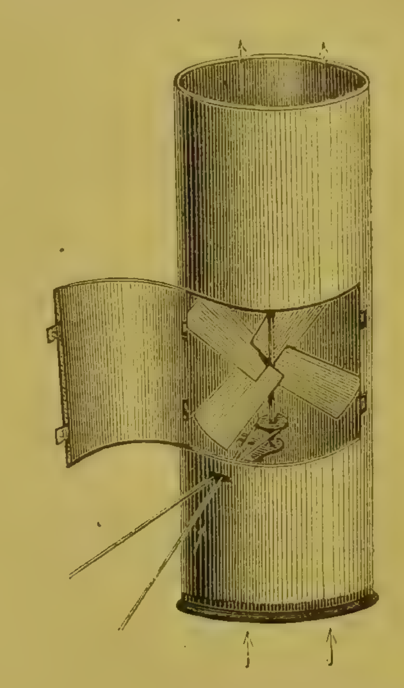


Fig. 119. — *Ventilateur à propulsion.*

L'appareil à propulsion de Lariboisière a été construit par Farcot, suivant le système fusionné des ingénieurs Thomas, Laurens et Grouvelle ; il est mû par une machine à vapeur de la force de 8 à 10 chevaux et injecte de l'air amené du haut de la tourelle de la chapelle (où on le suppose plus frais et plus pur), que des conduites de vapeur échauffent en hiver, par voisinage. Son fonctionnement a survécu à des critiques graves, émanées d'hommes fort compétents, puisque parmi

eux l'on compte le général Morin. Ce qu'il y a de certain, c'est que la pulsion fait *entrer* de l'air aussi régulièrement qu'on le veut et quelle que soit la température intérieure ou extérieure. Reste à savoir si cette supériorité n'est pas plus apparente que réelle vis-à-vis du *renouvellement* de l'air des salles. Les ingénieurs et les chimistes ont quelque tendance à se contenter des renseignements de l'anémomètre. « A Lariboisière, il y a un compteur sur le ventilateur ! » (Hudelo.)

Un mécanisme à pulsion, moins coûteux que le précédent et que l'on prétendait devoir utiliser mieux une force moindre, fut installé, en 1855, aux hôpitaux Beaujon et Necker, par l'ingénieur Van Hecke; la machine n'avait qu'une force de 2 chevaux. Cet appareil a eu son moment de vogue et ses admirateurs engoués; mais il n'a pas trouvé d'imitateurs et, pour des raisons péremptoires, est tombé dans un juste dédain.

On avait cependant démontré qu'il ventilait aussi, bien que les ailes de l'hélice fussent flexibles. Ne serait-ce pas qu'un appel auquel on ne songeait point, par quelque cheminée ou autre orifice dans les salles, déterminait un réel mouvement de l'air dans lequel le propulseur n'était à peu près pour rien? On sera tenté de le soupçonner si l'on se rappelle que le général Morin trouvait que la meilleure besogne, dans le mécanisme propulseur de Lariboisière, était en réalité le fait de l'aspiration. Sans doute des chiffres contradictoires et des expériences lui ont été opposés ; mais on n'en a pas moins, « postérieurement à l'installation première, établi dans la cheminée d'évacuation de chaque pavillon, un foyer de chaleur alimenté par la vapeur de fuite de la machine, afin d'aider à la sortie de l'air vicié au moyen de l'appel limité. » (Hudelo.)

En effet, le motif, croyons-nous, pour lequel l'insufflation d'air ne séduit pas les médecins, c'est que tant d'efforts soient dépensés, non pour renouveler l'air, mais pour diluer l'air des salles. Sans cheminée d'appel, l'air vicié ne peut arriver aux orifices de sortie que *par déplacement* sous l'influence de l'air introduit ; or, pour que ce déplacement ait lieu, il faudrait à celui-ci une vitesse sensible, ce qui est contre la règle ; et, s'il n'a pas de vitesse, il ne se produit guère que de la diffusion et une sorte de pénétration réciproque entre l'air vicié et l'air nouveau.

Le système de pulsion a été repris au théâtre de la Monnaie, à Bruxelles, et à l'Opéra de Vienne, au nouvel Hôtel-Dieu de Paris, à l'hôpital Ménilmontant ; pour l'Hôtel de ville, la grande maison de détention de Nanterre, etc. Mais nous remarquons que l'on paraît avoir définitivement systématisé l'association de l'appel avec la pulsion. Ainsi la ventilation artificielle de l'hôpital Tenon (Ménilmontant) réunit, dit-on, les avantages de la machine à propulsion d'air pur et de l'appel d'air vicié dans les cheminées d'évacuation. Elle permet un renouvellement d'air continu à raison de 100 mètres cubes à l'heure et par lit. L'injection a lieu par deux ventilateurs centrifuges, placés chacun dans une galerie d'arrivée d'air distincte et actionnés par une machine de 6 chevaux ; l'appel se fait par des coffres d'évacuation situés sur le faux plancher du comble, communiquant avec une cheminée centrale de 6 mètres de hauteur et de $4^{m},50$ de diamètre, à la base de laquelle se trouve un calorifère à tuyaux de vapeur.

On ne saurait disconvenir que l'administration ne se soit mise en frais pour procurer à ses malades un large apport d'air urbain. Peut-être était-il

possible de leur procurer un air plus pur, sans tant de complication, avec un hôpital sans étages, tout à fait excentrique.

Le « John's Hopkins Hospital » de Baltimore est ventilé par la réunion de deux cheminées d'appel avec un ventilateur à propulsion (Lincoln).

On ne saurait entièrement appliquer les réflexions précédentes aux théâtres, qu'il faut bien conserver en pleine cité, qui sont un besoin intellectuel et quelquefois moral, et que nos habitudes ni nos climats ne permettent de faire retourner au type grec ou romain, à ciel ouvert. C'est pourquoi, vu l'urgence et la situation passagère, l'hygiène peut admettre l'application de l'injection d'air à la ventilation des théâtres, bien qu'on ne comprenne pas trop la raison pour laquelle, du moment qu'il s'agit de ventilation mécanique, on n'emploie pas ici les ventilateurs d'extraction qui font merveille dans une situation plus urgente encore, les mines.

L'Opéra de Vienne (Autriche) possède un système d'aération par propulsion et de chauffage qui a, dit-on, l'approbation de tout le monde. Au moins faut-il lui compter le témoignage favorable de Ch. Joly, Em. Trélat, Hudelo. La composition d'ensemble appartient au docteur Böhm, et le professeur Auguste Sicard von

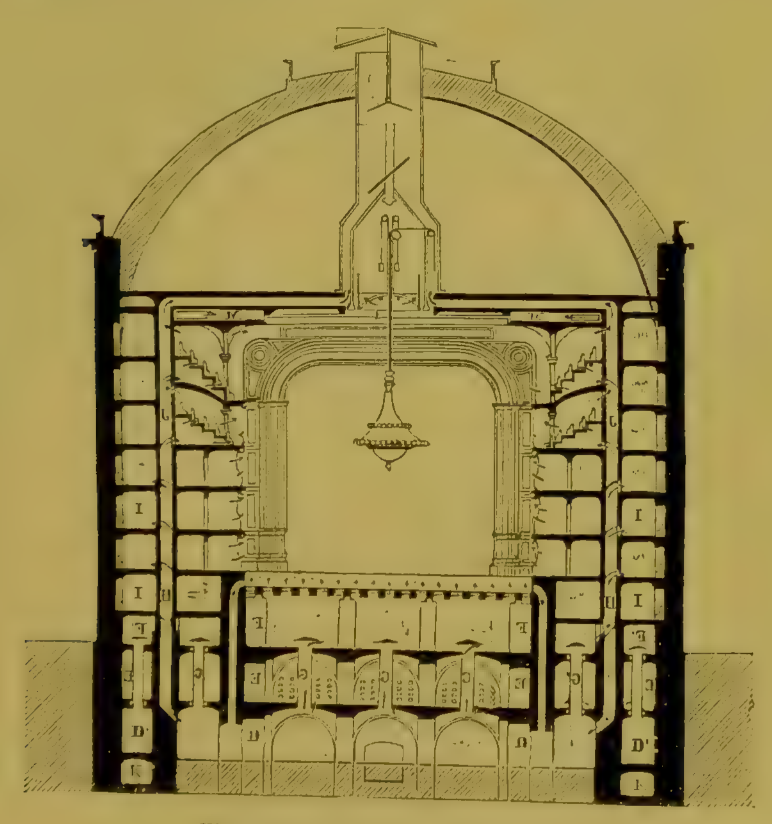


Fig. 120. — *Opéra de Vienne.*

Sicardsbourg en a été l'un des architectes et l'historien. On a conservé, dans ce théâtre (fig. 120), l'emploi du lustre comme moyen d'appel, et l'on s'est servi de la pulsion comme moyen de ventilation. L'introduction de l'air neuf est déterminée au moyen d'un ventilateur de Heger, actionné par une machine de 16 chevaux et qui est à vis, avec une série d'aubes directrices comme dans les turbines. L'air extérieur arrive par deux puits creusés dans le sol du jardin et se rend dans deux

longs corridors souterrains où l'air se rafraîchit un peu en été et se réchauffe en hiver. De là, il se rend au ventilateur qui l'envoie dans une chambre (de compression) d'où partent trois canaux aboutissant eux-mêmes à trois chambres placées sous le parterre, les loges et les côtés. Des « chambres de chaleur » chauffées à la vapeur sont ménagées aux étages et au centre; l'air envoyé par le ventilateur vient s'y échauffer, puis s'en dégage par des gaines où arrive également, à volonté, de l'air froid venu d'en bas, de telle sorte que le courant définitivement distribué aux spectateurs soit ramené, à l'aide du jeu des registres, à la température qu'on veut avoir. D'ailleurs, l'air neuf débouche au plus près des auditeurs. L'air vicié s'évacue par le trou du lustre, surmonté d'une cheminée d'appel. Pour la ventilation d'été, indépendamment des accès d'air indiqués, on peut faire arriver de l'air froid par le haut, à travers le plafond. Em. Trélat fait remarquer que des thermomètres placés aux différents points de la salle et en communication avec des fils électriques avertissent incessamment le chef de marche de l'état des diverses températures locales de la salle; de telle sorte qu'en conséquence de ces renseignements télégraphiques il modère ou active les distributions dans la chambre d'air comprimé. — Il importe de noter que, depuis les essais du début, on a ajouté un ventilateur à hélice à la cheminée d'appel pour assurer l'aspiration (Wazon).

Comme on le voit, ce dispositif d'aération est, en réalité, autant en rapport avec l'état de la température du théâtre qu'avec sa ventilation. D'ailleurs, les théâtres présentent, à ce point de vue, une difficulté particulière : celle de les ventiler sans compromettre les propriétés acoustiques. Or les grands mouvements d'air vers le plafond, sous l'appel du lustre, emportent positivement la voix des acteurs.

Notre Théâtre-Lyrique et le nouvel Opéra sont ventilés par appel, suivant les indications du général Morin, avec des calorifères disposés pour que l'air soit introduit chaud en hiver.

Tous les ventilateurs par pulsion sont munis d'accessoires qui projetent de l'eau en pluie ou en poussière sur les ailes pour assurer l'humectation de l'air. A Tenon, il ne passe qu'après filtrage à travers le charbon et une toile mouillée. A l'Exposition de Berlin (1883), un aspirateur-propulseur, mû par une machine à gaz de 5 à 6 chevaux, avait été installé par Rietschel et Henneberg dans le sous-sol du café Bauer. L'air était lancé dans une caisse à compartiments filtrants, susceptible d'être chauffée ou refroidie, selon la saison. A l'époque de notre visite, au mois d'août, c'était le refroidissement qui s'exécutait, au moyen d'une cinquantaine de kilogr. de glace par jour. L'air rafraîchi passait à travers un rideau de fine pluie et était aspiré dans la salle au moyen d'aspirateurs mus par une machine dynamo-électrique.

Le système de Böhm, avec sa chambre de compression entre le propulseur et les conduites de distribution de l'air, semble prévaloir aujourd'hui dans la ventilation des théâtres. Il a été appliqué à celui de Genève, par Geneste-Herscher, et à l'Opéra de New-York (1883). — Il convient de remarquer que la *chambre de compression* de ce système ne le fait pas rentrer dans la méthode de ventilation par l'air comprimé. Cette chambre n'est en réalité qu'un compartiment de collectionnement et de mise en réserve de l'air, pour en faciliter la distribution aux diverses parties de l'édifice. La pression n'y dépasse la normale que de la quantité nécessaire pour mettre cet air en marche. C'est un moyen ingénieux d'emmagasiner, au passage, une partie de la force employée à la propulsion et de la reprendre au fur et à mesure des besoins.

A notre époque, on ne discute plus guère sur la prééminence de la ventilation par appel ou de la ventilation par injection, et « l'irritant problème qui avait si fortement agité nos pères », comme dit Bertin-Sans qui, d'ail-

leurs, montre clairement que chacun des deux systèmes a ses inconvénients et ses avantages, ce problème se réduit à une question de convenance pratique. On installe volontiers des ventilateurs propulseurs ; mais l'on n'hésite point à les aider de l'aspiration thermique ou mécanique dans un autre point du bâtiment. Quant à la force motrice, elle est empruntée aux sources les plus variées ; seulement on s'efforce de construire des appareils qui en exigent le moins possible. Les ingénieurs Geneste-Herscher emploient leur *ventilateur hélicoïdal*, les *ventilateurs du système L. Ser* (fig. 121 et 122) et les *soufflerie à air comprimé*. Le mouvement est donné ici par transmission électrique, là par des moteurs hydrauliques, ailleurs par l'air comprimé ou même par la main de l'homme.

Ventilateurs à eau. — Quelques-uns de ces appareils agissent *par entraînement.*

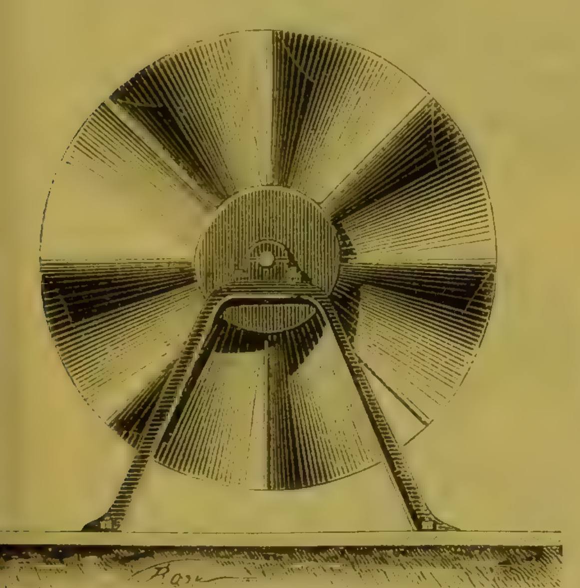


Fig. 121. — *Ventilateur hélicoïdal* de Geneste-Herscher.

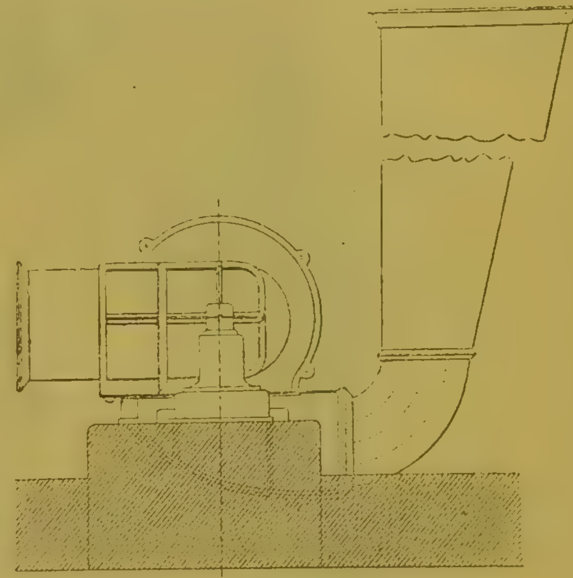


Fig. 122. — *Ventilateur centrifuge, système L. S.* de Geneste-Herscher.

La plupart, au point de vue du mode dont ils ventilent, sont *mixtes*, c'est-à-dire produisent à la fois l'appel et la propulsion, ou l'un ou l'autre à volonté.

Le plus simple est la *trompe à eau*, dont Bertin-Sans décrit l'application à la ventilation. Il se compose « d'un tuyau de bois vertical surmonté d'un entonnoir dans lequel on fait tomber l'eau. Une veine liquide se forme dans l'entonnoir et tombe de là dans le tuyau sans remplir le calibre de ce dernier et entraînant avec elle, dans une caisse placée au dessous, l'air que lui fournit l'ouverture supérieure de l'entonnoir ainsi qu'un certain nombre d'ouvertures latérales. Arrivée dans la caisse, cette colonne formée d'air et d'eau se brise en tombant sur une tablette disposée de façon à faciliter la séparation de l'eau et de l'air. L'eau s'écoule par un orifice spécial ; quant à l'air, il s'accumule et se comprime dans la partie supérieure de la caisse et, en vertu de la pression qu'il y acquiert, peut être lancé, par une conduite, dans les points où il est utile. »

Il est facile de reconnaître dans les « *Æolus* » d'Auchner une forme de cette trompe à eau. L'eau tombe en éventail de la pomme d'arrosoir A dans le cylindre B et aspire l'air par l'ouverture C. En bas du cylindre, l'air est refoulé dans le manchon extérieur D, remonte et se répand dans la salle par l'orifice supérieur. E est le tuyau d'écoulement de l'eau; F, le canal d'amenée. On peut faire varier, selon les besoins, la disposition de ce mécanisme.

On voyait encore, à l'Exposition d'hygiène de Berlin en 1883, le *Kosmos-Ventilator* (fig. 124) de Schäffer et Walcker, petite turbine sur l'axe de laquelle est fixé un ventilateur à ailettes. L'eau de la distribution municipale, avec la pression qu'elle possède, met en mouvement ce ventilateur centrifuge, qui peut servir à

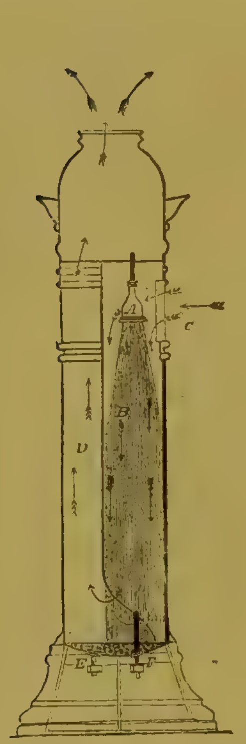


Fig. 123. — *Æolus* d'Auchner.

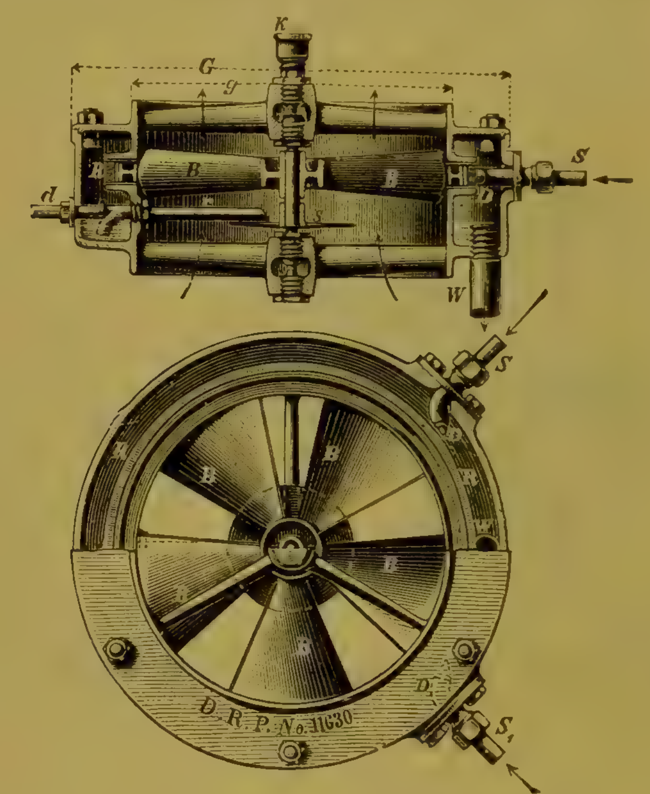


Fig. 124. — *Ventilateur Cosmos* de Schäffer et Walcker.

l'extraction, ou à l'injection. Dans ce dernier cas, un disque fixé à l'axe de la roue à ailettes et sous celle-ci pulvérise de l'eau qui rafraîchit et humecte l'air d'entrée.

Les figures 125 et 126 montrent les dispositions que l'on peut donner à cette ingénieuse machine selon qu'il s'agit d'introduire de l'air neuf ou simplement d'expulser l'air vicié. La première porte, en Z, le disque de pulvérisation; D est la gaine d'amenée de l'air frais; A, les orifices par où il se répand dans le local.

Sous le nom d'*aérophore*, Treutler et Schwarz, de Berlin, exposaient, à la même époque, un ventilateur à eau et à pulvérisation, appliquant d'une autre façon les mêmes principes.

Ces ventilateurs, qui peuvent revêtir quelque élégance de construction, sont à coup sûr excellents, tant parce qu'ils peuvent fournir beaucoup d'air que parce qu'ils le lavent du même coup, l'humectent et le rafraî-

chissent (au moins ceux qui procèdent par introduction). Cependant nous ne voyons pas sans quelque inquiétude la tendance qu'ils révèlent à employer en force motrice les eaux de distribution municipale, qui ont une tout autre destination, qui sont, comme l'air, un milieu nécessaire, et que beaucoup de familles urbaines n'ont pas en quantité suffisante (ou n'ont pas du tout).

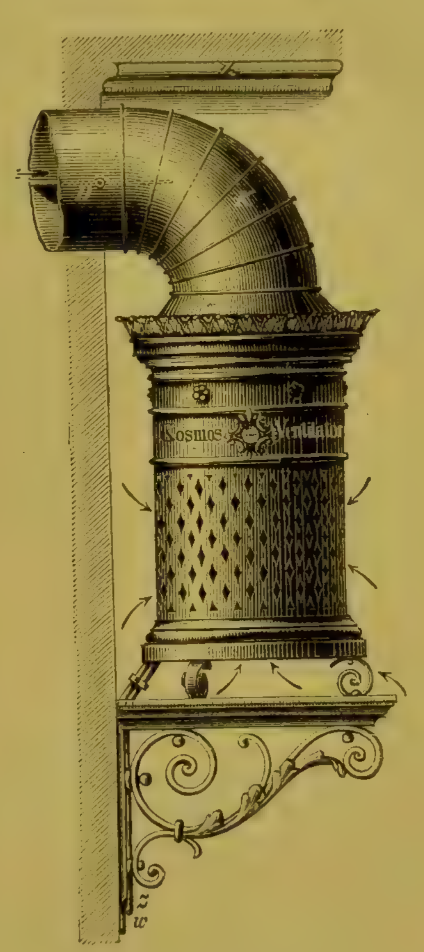


Fig. 125. — *Cosmos pour l'introduction d'air.*

Fig. 126. — *Cosmos pour l'extraction d'air.*

Ventilation par l'air comprimé. — Quand on perce un tunnel, il est d'ordinaire possible de ventiler les galeries, dans lesquelles travaillent les ouvriers, à l'aide de puits perpendiculaires, descendant du sol jusqu'à la galerie et pouvant servir de cheminées d'appel. Mais lorsque l'épaisseur de terrain qui recouvre la percée s'élève à des centaines de mètres et que le sol, à la surface, est recouvert de neiges perpétuelles, il faut renoncer à ce moyen. C'est ce qui arrive dans les travaux gigantesques entrepris de notre temps, en vue de faire passer une voie de fer à travers le mont Cenis, le Saint-Gothard et d'autres.

Le percement des tunnels de la ligne de Bologne à Florence (Bertin-

Sans) a donné lieu à l'application d'un système de ventilation proposé par Piarron de Montdésir et réalisé par lui pour l'aération du palais de l'Industrie à l'Exposition de 1867. C'est la ventilation *par l'air comprimé.*

On sait que l'air comprimé par une force naturelle, une chute d'eau par exemple, est une force que l'on peut transporter à distance à l'aide de tuyaux de conduite, comme on distribue l'eau et le gaz d'éclairage. Cette force a précisément été et est encore employée à manœuvrer des instruments qui attaquent la roche dans ces percements de tunnels sous des montagnes énormes. Il devait venir à l'esprit d'en détourner une part pour l'entretien respiratoire des ouvriers au fond de ces culs-de-sac de plusieurs kilomètres, où l'action de l'air extérieur devient à peu près nulle et où la température et l'humidité s'élèvent à un degré extraordinaire. C'est ce qu'on a tenté, non sans succès, mais sans atteindre aux résultats espérés. Dans le procédé de Piarron, le jet d'air comprimé, après avoir produit son travail mécanique, passait, dit Bertin-Sans, à travers une sorte d'injecteur Giffard au centre d'un tuyau disposé pour l'évacuation ou pour l'appel et dans lequel il entraînait avec lui une colonne d'air considérable. Quand on a ainsi de l'air comprimé pour un autre travail, il est permis d'employer à la ventilation ce qui en reste ; mais il ne serait pas rationnel de dépenser à le comprimer dans ce but une force qui servirait mieux à l'injection d'air et surtout à l'extraction par appel, véritable mode, selon nous, de ventilation des cavités souterraines. C'est dire que la ventilation par l'air comprimé ne semble pas devoir être jamais appliquée aux habitations privées ou collectives.

Quant aux galeries profondes des tunnels en voie de percement, on les ventile *par appel mécanique*. Un long tube va s'ouvrir au fond de la galerie, d'où un ventilateur puissant (tel que le ventilateur centrifuge L. Ser), à l'autre extrémité du tube, aspire l'air méphitique qui entoure les travailleurs, avec les gaz du sol que le pic met en liberté, ceux de la poudre de mine, etc. L'air du dehors se précipite naturellement dans la galerie pour combler le vide, avec une force irrésistible. Non seulement on reçoit de l'air normal au fond du cul-de-sac, mais les gaz dangereux sont extraits et rejetés au dehors. Ce résultat, selon J. Bez, fut obtenu par Colladon, dans le tunnel du Saint-Gothard, par l'adjonction à l'air comprimé d'un système d'aspiration consistant en deux cloches plongeantes, reliées par un balancier et mues par une colonne d'eau de 80 mètres de haut. Tandis que l'un des gazomètres montait et aspirait l'air du tunnel, l'autre descendait et refoulait au dehors l'air extrait. Ce mécanisme a été reproduit en petit par la maison Walter-Lécuyer, pour la ventilation des habitations, comme on pouvait le voir à l'*Exposition d'hygiène urbaine* de Paris (1886).

Ventilation par l'éclairage. — Ce procédé rentrant dans l'appel thermique est annexé, sous une certaine forme, aux appareils de propulsion dans les nouveaux théâtres (Vienne, Genève, Bruxelles, New-York), où l'on compte formellement sur l'appel par les lustres à gaz. Nous n'y reviendrions pas, si l'on ne commençait à utiliser, dans quelques constructions modernes, pour la ventilation, la *lampe à flamme renversée*, lampe Siemens, lampe

Wenham, *Regeneratir-Brenner*, dont nous reparlerons à l'article Éclairage, et qui se prête très bien à déterminer l'évacuation de l'air vicié des locaux de réunion. Il suffit d'entourer, sous le plafond, le tuyau de gaz auquel est suspendue la lampe Wenham d'un manchon ornementé, percé d'ouvertures sur son contour et s'ouvrant par son extrémité supérieure dans une gaine horizontale, ménagée entre les deux doubles du plafond, laquelle rejoint elle-même un tuyau vertical d'évacuation dissimulé dans un pilier. On fait cette gaine et ce tuyau en grès, vernissé à l'intérieur, et le dernier déborde suffisamment le toit. L'entrée de l'air a lieu par des ventouses munies de registres, placées à des hauteurs variables ; pour l'hiver, on le fait entrer par une cheminée Douglas-Galton. Dans des circonstances urgentes, on injecte de l'air au moyen de ventilateurs mus par un moteur à gaz, ou encore on a recours à l'entraînement d'air par le mécanisme de l'injecteur. S. Elster a décrit une installation de ce genre qui fonctionne à Londres, à l'*Examination Hall for Students of medicine.*

Ventilation par refroidissement. — Ce système, dont nous ne connaissons pas d'application, a été proposé par l'architecte Suffit. En considérant que le départ de l'air vicié, mais chaud, par la partie supérieure des locaux est une perte de calorique et que les fenêtres sont les points des parois où l'air intérieur se refroidit essentiellement, l'inventeur propose d'établir, dans l'épaisseur de l'allège de la fenêtre, entre le bord inférieur du châssis mobile et le parquet, un conduit en forme d'entonnoir, se terminant en bas dans un canal d'évacuation chauffé par le voisinage d'une cheminée. En face des fenêtres, sur la paroi qui n'en a pas, une ou deux ventouses, percées à 12 ou 15 centimètres au-dessus du plancher, introduiraient l'air neuf, froid ; en s'élevant à la hauteur de $1^m,50$ à 2 mètres, cet air s'échaufferait suffisamment pour n'être plus désagréable ; d'ailleurs, on peut le chauffer au passage, ne fût-ce qu'en le faisant passer derrière la plaque d'une cheminée Douglas-Galton. Comme le dit Vallin, il y a là une idée assurément originale.

Appréciation et indications des divers systèmes. — Nous avons, au cours de cet article, laissé voir nos préférences, au moins en principe, à l'égard des systèmes et des appareils de ventilation. Nous plaçons en première ligne la *ventilation par appel* et, parmi les formes de celle-ci, nous serions tenté de préférer l'*appel thermique*, parce qu'il use des forces naturelles et de conditions de pression qui se présentent d'elles-mêmes, si l'on n'était porté à chercher cet appel dans des procédés qui subordonnent la ventilation au chauffage. Mais, hors de là, presque tous les systèmes et même la plupart des appareils nous paraissent bons, pourvu que l'on sache s'en servir, c'est-à-dire choisir, dans chaque situation, la méthode qui répond le mieux au besoin spécial. La ventilation par appel se passe presque toujours d'appareil ; au moins n'entraîne-t-elle pas la réalisation de dispositions compliquées. C'est une supériorité. L'appel mécanique est moins simple et, au point de vue de l'outillage, se rapproche de la ventilation par injection ; néanmoins il nous a semblé que le premier assure

mieux le déplacement de l'air vicié, l'autre paraissant produire surtout la pénétration réciproque de l'air primitif et de l'air neuf. Nous ne sommes pas très sensible au reproche que l'on a fait à la ventilation par appel d'aspirer l'air des cabinets d'aisances, des cuisines, des éviers, du sol, et même de l'égout, aussi bien que celui des tourelles de ventilation. Il est entendu, aujourd'hui, qu'il n'existe plus de communication entre l'atmosphère des tuyaux d'évacuation des immondices et celle de la maison ; les siphons obturateurs doivent servir à quelque chose. Sans eux, nous ne sommes point convaincu que l'air propulsé lui-même refoulerait les gaz d'égouts, au lieu de s'en laisser pénétrer. Et, d'ailleurs, si la propulsion déplace dans un certain sens l'air des pièces habitées, il faut bien qu'il sorte une part de cet air ; d'où un courant qui entraînerait très bien l'atmosphère d'une pièce voisine, s'il y a une communication. En dehors de l'obturation hydraulique, il convient aussi de séparer par un palier le cabinet d'aisances des locaux d'habitation et de le ventiler à part : faire communiquer le tuyau de chute ou la voûte de la fosse, s'il y en a une, avec une cheminée est ce que l'on peut conseiller dans ce cas.

Il est inutile de comparer la *dépression* de la ventilation par appel avec la *compression* de l'air injecté par les propulseurs, attendu que l'une et l'autre n'existent qu'à des degrés qui ne peuvent avoir aucune influence sanitaire.

Les fenêtres montant jusqu'au plafond, à châssis mobile, les vitres basculant isolément, les chapeaux ventilateurs, les cheminées ordinaires et même les anciens poêles à large entrée d'air et à fort tirage, suffisent dans la plupart des habitations privées. Peut-être faut-il une ventouse ouverte sur la cheminée, vers le plafond, dans la chambre à coucher, dans le cabinet de travail. Sans parler des fenêtres, nombreuses et bien construites, les habitations collectives d'individus sains, les écoles, les casernes, exigent des arifices de ventilation permanente ; les prisons, où le séjour se prolonge davantage, les réclament plus impérieusement encore. Mais l'on peut, sans doute, se borner aux procédés simples d'appel par la chaleur ; faire entrer, au bas des murs, l'air très divisé et modérément chauffé, s'il y a lieu ; lui fournir des orifices d'évacuation sous le plafond, où il se collecte naturellement, et aider par un foyer de chaleur son ascension dans les gaines de sortie.

Si la situation est urgente et la condensation humaine aiguë, en quelque sorte, comme dans les théâtres, les concerts, les salles d'assemblée, nous admettons sans peine l'injection d'air avec un léger excès de pression. Dans tous les cas, il y a lieu à quelque procédé de ventilation mécanique, par appareil propulseur, ou par aspirateur centrifuge.

La même urgence ne semble pas exister, pour les malades, à qui l'on a dû déjà mesurer largement l'espace ; il leur faut, sans conteste, un renouvellement d'air généreux, mais continu, égal, insensible, comme on l'obtient, sans mécanisme coûteux, par une grande multiplication des orifices de ventilation, répartis sur une grande surface, de telle sorte que chaque lit soit à peu près ventilé pour son propre compte, sans être influencé par

l'air du voisin. Si l'hôpital est topographiquement bien placé, l'air d'entrée sera sans soupçon. Dans le cas contraire, il est indiqué de le filtrer et de le laver au passage, ce qui se pratique en divers points et même pour les théâtres.

Des situations spéciales (mines, ateliers, navires, tunnels de chemin de fer, wagons, etc.) réclament des dispositifs également spéciaux, dont il sera question en temps convenable.

Purification de l'air extrait par la ventilation. — L'air extrait ou expulsé par les appareils ventilateurs est impur, quelquefois même très suspect, comme quand il sort des hôpitaux, et certainement contaminé quand il provient de locaux où des contages ont pu se mêler aux poussières, ainsi que le font les squames de la variole, les crachats tuberculeux desséchés, etc. Ces impuretés se diluent rapidement dans la masse atmosphérique libre, et ne tardent pas à devenir inoffensives, tant par ce degré extrême de dilution que par les modifications qui les attendent de la part des actions météorologiques. Cependant, les faits que nous avons reconnus antérieurement (page 332) sur le transport des microorganismes par l'air autorisent quelques soucis relativement aux environs immédiats d'un établissement qui déverse tout autour de lui un air usé, imprégné de matière animale et véhiculant peut-être des agents pathogènes. C'est dans cette préoccupation que l'on a imaginé de faire passer à travers un foyer ardent l'air rejeté par les systèmes ventilateurs (des hôpitaux, spécialement), ou de le traiter, à la sortie, par une nappe de liquide désinfectant, tel que le bichlorure de mercure.

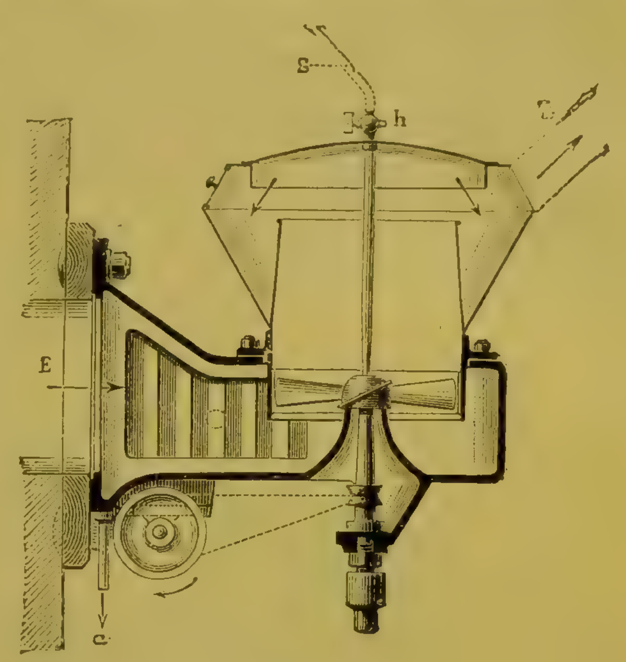


Fig. 127. — *Ventilateur humecteur d'air*, construit par E. et P. Sée, de Lille.

L'appareil représenté en coupe dans la figure 127 amène l'air intérieur, par la gaine E, sur le ventilateur qui l'expulse par la gaine L. Pendant le jeu du mécanisme, le tuyau S verse au centre du ventilateur de l'eau pure, si l'on ne veut qu'humecter l'air; une solution désinfectante, si l'on veut tenter l'antisepsie atmosphérique.

Il est clair qu'en renversant le mouvement, on peut avec le même appareil propulser de l'air dans un local et l'humecter au passage. Le volume d'air varie de 350 à 1500$^{m^3}$ à l'heure.

Mesure des courants de ventilation. — Il ne faut pas se borner, ainsi qu'il a été dit, à chercher le rendement de la ventilation aux orifices d'en-

trée ou de sortie de l'air. C'est dans l'intérieur des pièces qu'il est intéressant de reconnaître son mouvement. Les instruments appelés *anémomètres* renseignent mieux dans le premier cas que dans le second. Cependant leurs indications ne sont pas à dédaigner.

Il y a deux espèces d'*anémomètres*. Les uns, comme ceux de Combes, de Recknagel, donnent le nombre de tours opérés par l'appareil compteur, et il faut calculer la vitesse de l'air au moyen d'une formule spéciale à chaque instrument. Les autres, tels que ceux de Casella, Füss, Wolpert, permettent de lire directement la vitesse du courant d'air exprimée en mètres, dans l'unité de temps.

Dans l'anémomètre de Combes (fig. 128), un axe d'acier, AB, mince, à extrémités effilées, repose sur des supports en agate. Vers l'une de ces extrémités, l'axe porte

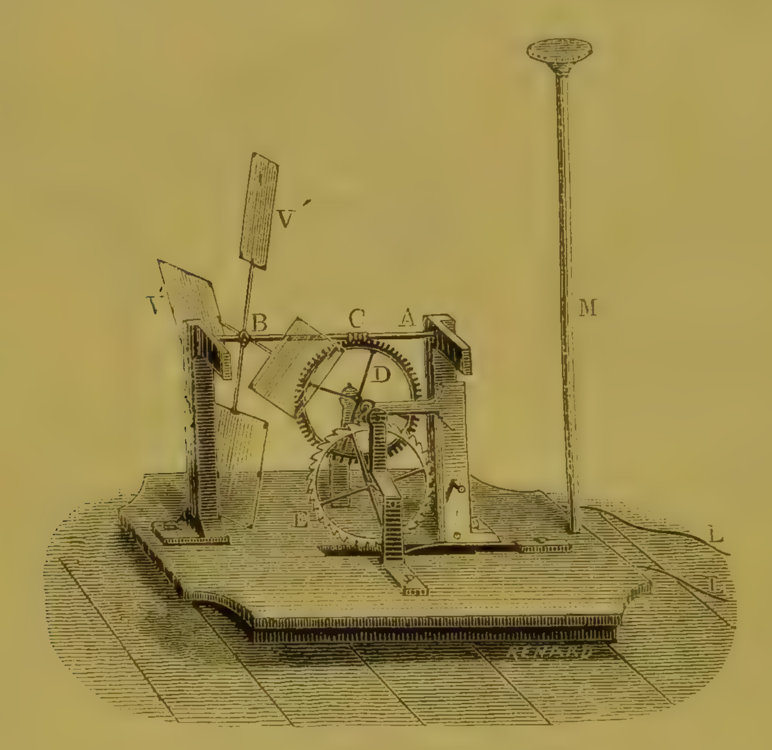


Fig. 128. — *Anémomètre de Combes.*

quatre bras perpendiculaires terminés par autant d'ailettes V,V, en mica, inclinées sur l'axe d'une façon égale. Au milieu de l'axe est pratiquée une vis sans fin C. qui, à chaque tour de l'axe, fait avancer d'une dent la roue D. Celle-ci porte 100 dents avec une division de 10 en 10. On compte les dents à partir de l'une d'elles, pourvue d'un signe, que l'on met en face d'un index fixe, en commençant l'expérience. Le petit axe qui porte la roue D est muni d'un levier qui, à chaque tour de cette roue, fait avancer d'une dent une autre roue E, à 50 dents, numérotées de 5 en 5, à partir d'un zéro que l'on met également en regard de l'index, au début de l'expérience. Un système de cliquets empêche les roues de tourner en sens contraire et d'avancer de plus d'une dent à la fois. Les deux roues donnent le chiffre des tours qu'ont faits les ailettes dans un temps déterminé ; sur la roue D, on lit les unités et les dizaines ; sur la roue E, les centaines ; de sorte que l'on peut compter de 0 à 5,000 tours des ailettes. Un mécanisme très simple permet d'établir ou de rompre l'engrenage de la vis avec la roue D : le jeu du levier qui préside à

ce temps de l'expérience s'accomplit par une légère traction sur l'un des deux rubans, colorés d'une façon différente, L, L.

Pour se servir de l'instrument, on commence par placer les zéros de chaque roue en face de l'index fixe; on le transporte, la vis n'étant pas engrenée, sur le trajet du courant d'air que l'on étudie, en ayant soin de placer l'axe des ailettes parallèlement à la direction du courant. Après quelques minutes, lorsque les ailes ont pris leur mouvement régulier, on établit l'engrenage, on compte 50 secondes sur une montre à secondes, puis l'on rompt la communication de la vis avec les roues. Il est alors facile de compter sur celles-ci le nombre de dents qui ont passé et par conséquent de calculer le nombre des tours qu'ont accomplis les ailettes par chaque seconde.

La formule de l'anémomètre Combes, n° 579, de mon laboratoire est la suivante : $V = a + b \times n$, dans laquelle V est la vitesse cherchée, en mètres par seconde; n le

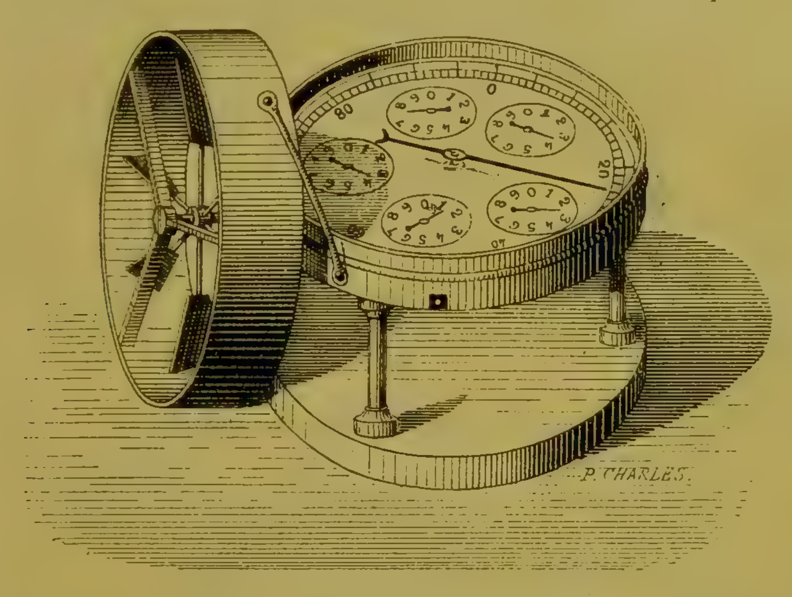


Fig. 129. — *Anémomètre de Casella.*

nombre de tours exécutés par les ailettes en une seconde; a et b deux quantités constantes, déterminées expérimentalement et d'une valeur : $a = 0{,}142$; $b = 0{,}107$.

L'anémomètre de Casella, très employé en Angleterre et recommandé par Vallin, a ses ailettes contenues dans un anneau de 68 millimètres de diamètre. Elles font mouvoir une aiguille qui marque sur un cadran principal, divisé en 100 unités ou mètres, la vitesse par seconde de l'air auquel les ailettes font obstacle. Cinq autres cadrans plus petits, portant 10 divisions, indiquent les centaines, les mille, les dizaines de mille... L'instrument, numéroté et exactement contrôlé, évite à peu près tout calcul; il suffit de chercher, par les dimensions de l'orifice exploré, la surface de la colonne d'air qui a une vitesse de tant de centimètres, ou de mètres, par seconde. Cet anémomètre (fig. 129) est assez sensible pour traduire des vitesses de 5 à 6 centimètres par seconde, tandis que la plupart des autres se déplacent à peine dans un courant d'air de 10 centimètres.

On peut adapter aux anémomètres un appareil enregistreur, comme a fait Recknagel.

Bibliographie. — Layet (A.) : *Note sur les coefficients d'aération* (Rev. d'hyg., II, p. 1091, 1880). — Herscher (Ch.) : *Sur les coefficients d'aération* (Rev. d'hyg., III, p. 201, 1881). — Wutke : *Ueber natürliche Ventilation vermittelst des selbstthätigen Luftventils.* Berlin, 1881. — Kœnig (A.) und Sanftleben : *Ventilation* (Handb. des öffentl. Gesundheits-

wesens von H. Eulenberg, II, p. 1028, 1882). — SUFFIT (J.) : *Ventilation par refroidissement.* Paris, 1882. — HERMANS (J.-Th.) : *Ueber die vermeintliche Ausathmung gasförmiger organischer Substanzen durch den Menschen. Ein Beitrag zur Ventilationsfrage* (Archiv f. Hyg., I, p. 5, 1883). — VALLIN (Em.) : *Contrôle expérimental du théorème de Donkin, Lenz, Herscher, sur les coefficients de ventilation* (Rev. d'hyg., V, p. 951, 1883). — LENZNER : *Das Wutke'sche System der Pulsionscentralluftheizung und Ventilation vermittelst des selbstthätigen Luftventils u-s. w.* (Vierteljahrsschr. f. gericht. Medic. und Sanitätswesen, XXXIX, p. 317, 1883). — *Ventilation and Warming of the metropolitan Opera house New-York* (The sanitary Engeneer, p. 10, 6 décemb,, 1883). — ARNOULD (J.) : *L'Exposition d'hygiène allemande à Berlin* (Annal. d'hyg., X, p. 464, 1883). — ROTH (W.) : *Lüftung und Heizung* (Allgem. D. Ausstellung auf d. Gebiete der Hygiene. *In.* D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundhpflg., XVI, p. 243, 1884). — FRAGSTEIN (A. v.) : *Moderne Ventilations Einrichtungen* (Centr. blatt f. allgem. Gesundheitspflg., III, p. 16, 1884). — VIRY (Ch.) : *Le système de ventilation et chauffage de Wutke* (Rev. d'hyg., VI, p. 832, 1884). — WUTKE (O.) : *Erläuterungen zu meinem Ventilations-System* (Vierteljahrsschr. f. ger. Medic., April 1884). — VALLIN (Em.) : *L'Exposition internat. d'hygiène à Londres* (Rev. d'Hyg., VI, 1884). — WOLPERT : *Die Prüfung und Verbesserung der Luft in Wohn- und Versammlungs-Räumen in Bezug auf Temperatur, relative Feuchtigkeit und Reinheit* (Centr. bl. f. allgem. Gesundhpflg., IV, p. 4, 1885). — RICHARD (E.) : *L'hygiène à Munich* (Rev. d'Hyg., VII, p. 985, 1885). — DU MÊME : *L'Exposition d'hygiène urbaine* (Rev. d'hyg., VIII, p. 366, 1886). — TRÉLAT (Em.) : *L'aérage et le chauffage des habitations* (Rev. d'Hyg., VIII, p. 471, 1886). — *Le ventilateur du commandant Renard* (Cosmos, 26 avril 1886). — NUSSBAUM (Chr.) : *Ueber den Einfluss der Bauart auf die Luft der Wohnräume* (Gesundheits-Ingenieur, nº 13, 1887). — WALLON (Et.) : *Expériences sur l'aération des locaux scolaires par le verre perforé* (Rev. d'hyg., IX, p. 1037, 1887). — ELSTER (S.) : *Ueber Ventilation durch Beleuchtung mittels invertierter Gasflammen* (Gesundheits-Ingenieur, nº 2, 1888). — BEZ (J.) : *Ventilation* (Nouv. Dict. de méd. et de chir. prat.). — BERTIN-SANS (E.), *Ventilation* (Dictionn. encycl. des scienc. médic.).

Voy. aussi la Bibliographie de l'article suivant.

V. — **L'habitation, milieu thermique.**

Les matériaux qui constituent les parois de nos demeures absorbent, conduisent, rayonnent, réfléchissent nécessairement du calorique, comme tous les corps ; c'est-à-dire qu'ils tendent à se mettre en équilibre avec la température extérieure et à faire participer à cet équilibre l'atmosphère intérieure de nos habitations. D'autre part, celle-ci a des communications obligées avec l'air du dehors ; la ventilation, qui vient d'être étudiée, n'a même pas d'autre but que celui d'assurer ces communications. L'atmosphère des locaux habités s'associe donc forcément aux oscillations de la climatologie extérieure et, encore que les parois de ces locaux les atténuent pour les habitants, ceux-ci sont exposés à ressentir, sous leurs abris, les extrêmes de température, le froid et le chaud.

Nous avons indiqué précédemment (p. 349 et suiv.) les conséquences physiologiques ou morbides de la chaleur et du froid et quelques-uns des moyens dont l'économie dispose pour se défendre contre les extrêmes de température (respiration, évaporation, mouvement, vêtement, alimentation). Nous allons examiner ici un autre ordre de moyens, essentiellement artificiels et adaptés à l'existence sous abri, le *chauffage* et la *réfrigération.*

A. DU CHAUFFAGE.

Le chauffage est le moyen d'élever artificiellement la température des locaux qui servent de demeure à l'homme.

Principes généraux. — Le chauffage doit procurer le degré de température le plus favorable à la santé; — le donner d'une façon continue et égale dans le temps et dans l'espace; — ne pas altérer les propriétés physiques de l'air, spécialement l'hygrométricité; — ne pas y introduire d'impuretés; — n'exposer à aucun accident; — être économique.

a. Le *degré de température* qu'il convient d'atteindre est un peu moins élevé pour les adultes sains, ayant quelque activité, que pour les enfants, les vieillards, les hommes de bureau, les malades. En Allemagne (Wolpert, Wiel et Gnehm, Wolffhügel), on demande 18 à 20 degrés dans les *locaux de séjour*, 12 à 16 dans les *chambres à coucher*, 16 à 19 dans les *salles d'école ou de cours*. Comme l'a fait remarquer Ad. Vogt, les Français et les Italiens sont moins frileux que les Allemands, et nous abaisserions volontiers de 2 degrés toutes ces moyennes.

Les températures faibles ou même basses ne sont pas aussi dangereuses pour les malades qu'on le croyait autrefois. L'expérience des guerres de Crimée et de France, la pratique de Pirogoff, Bærwindt (1866), de L. Le Fort, de Ch. Sarazin, ont démontré que les malades et blessés guérissent sans encombre sous la tente, à des températures voisines de zéro. Pendant le rigoureux hiver de 1879-1880, dans nos salles de l'hôpital militaire de Lille, d'ailleurs mal outillé pour le chauffage, on a été plusieurs semaines sans pouvoir obtenir autre chose que des oscillations du thermomètre entre 5° et 10°. Nous ne nous sommes pas aperçu que les affections traitées (maladies internes) en fussent influencées défavorablement, ni qu'il en résultât d'autres chez les convalescents. Quelques auteurs font même remarquer que le froid peut être utile aux affections hyperthermiques, fièvres continues et inflammations thoraciques. Comme la même éventualité ne se présente pas pour les maladies chroniques, on a suggéré de distribuer inégalement la chaleur dans l'hôpital ou même dans chaque salle, de façon à réchauffer ceux-ci et à refroidir les autres.

Il est certain que le surchauffement dans les locaux est fâcheux et provoque précisément les accidents que l'on voulait éviter. Comme les hauts degrés de température ne peuvent être maintenus, et que d'ailleurs les individus sont appelés à se retrouver dans l'air froid en sortant d'un milieu chauffé à l'excès, les conditions de la répercussion thoracique ou intestinale se trouvent posées. Il est d'expérience vulgaire que le séjour prolongé dans une chambre bien chaude rend extraordinairement frileux ceux qui l'ont pratiqué.

La chambre à coucher n'a guère besoin de chauffage, si ce n'est d'une façon intermittente, pour l'assécher et, par les grands froids, pour emmagasiner un peu de calorique dans ses murailles et ses meubles : « décrudir l'air, » comme on dit. Le corps étant couvert, il n'y a pas d'inconvénient à ce que la face soit dans un air vif et que les poumons le respirent.

b. L'*égalité de température quant au temps et à l'espace* est difficilement obtenue. Au point de vue du temps, les cheminées à feu nu, les poêles ordinaires et tous les appareils qui chauffent par rayonnement, — c'est-à-dire les meilleurs, au fond, — ont des oscillations inévitables. Dans leur plein fonctionnement, ils ont des ardeurs contre lesquelles on est obligé de s'abriter, et c'est un des reproches les plus sérieux qu'on leur adresse. Abandonnés à eux-mêmes, ce sont des foyers qui s'éteignent, se refroi-

dissent et n'émettent plus de chaleur. La situation, pourtant, n'est peut-être pas aussi grave qu'on le dit. La nature, en effet, même dans la saison la plus tempérée et sous les climats les plus heureux, ne nous offre pas une invariabilité thermique parfaite ; il s'en faut. Cependant on ne souffre pas trop que la nuit succède au jour et que des jours nuageux alternent avec les grands soleils. Dans les appartements, nous profitons, lorsque le chauffage est interrompu, de la chaleur développée alors qu'il fonctionnait, de même que la nuit bénéficie encore de la chaleur versée par le soleil pendant le jour. Ici, c'est la terre qui a emmagasiné du calorique et le rend à l'air ; dans nos demeures, ca sont les parois, les meubles, qui le collectionnent et nous le distribuent longtemps encore après que le chauffage a cessé. Ajoutons que les individus eux-mêmes font de la chaleur et en répandent dans les pièces où ils séjournent. Un adulte produit environ 170 calories par heure (Hirn et Gavarret).

Il va sans dire que l'égalité de température dans le temps n'est plus de règle, lorsqu'il s'agit de locaux qui ne sont occupés que d'une façon intermittente, les églises, les salles de réunions, de cours. Le mieux est, vis-à-vis de ces locaux, de les chauffer énergiquement *avant* l'entrée de leurs hôtes momentanés et de laisser tomber le chauffage lorsque ceux-ci sont réunis. Les parois du local, le mobilier, gardent assez de chaleur.

Quant à l'espace, l'idéal serait que tous les points d'une salle, d'un mur à l'autre, du plancher au plafond, fussent à la même température. S'il y a une différence, elle devrait être en faveur de la zone contiguë au plancher, puisqu'il est entendu qu'il faut avoir les pieds chauds et la tête froide. Or c'est régulièrement le contraire qui arrive, avec presque tous les procédés de chauffage. Avec les foyers découverts, le rayonnement s'exerce dans tous les sens, mais il y a plus de chaleur au-dessus d'un foyer que latéralement, à cause des gaz chauds qui se dégagent de la combustion et s'élèvent. Il est vrai que les cheminées ordinaires ne savent pas mettre à profit cette grande quantité de calorique et que, de plus, on adosse régulièrement les foyers à un mur, de telle sorte que les trois quarts du pouvoir rayonnant sont annulés. Mais, si l'on a le froid sur les pieds avec le chauffage par foyers rayonnants, ce n'est pas que le rayonnement n'ait lieu horizontalement; c'est simplement parce que l'air froid du dehors, entré par toutes les fissures, roule sur le plancher en vertu de sa pesanteur spécifique.

Si l'on prétendait que le chauffage par introduction d'air chaud est plus capable d'égaliser la température dans tout l'espace, nous ferions remarquer que la plupart des cheminées ventilatrices, des poêles à double enveloppe (ventilateurs), déversent déjà assez haut l'air qu'ils ont réchauffé et qui n'a, par suite, aucune tendance à descendre avant d'être allé au plafond chercher les zones impures et avant de s'être refroidi ; que les grands appareils de chauffage par l'air de ventilation ont, d'habitude, leurs bouches d'entrée sous le bord du plafond, et par conséquent agissent suivant le même mode que les précédents; qu'enfin, lorsque les bouches d'air chaud sont dans le plancher, elles ne font qu'envoyer par places des

bouffées désagréables, mais que cet air chaud se diffuse peu dans le sens latéral et gagne encore le plafond le plus vite possible.

Une solution serait celle que conseille Wolpert, tout en reconnaissant qu'elle n'est encore appliquée nulle part, à savoir, de faire des planchers creux dans lequels circulerait de l'air chauffé en sous-sol, au moyen d'un calorifère ordinaire. Comme l'auteur admet qu'une part de cet air servirait à la ventilation du local, nous n'acceptons son plancher creux qu'autant qu'autant qu'il y circulera seulement de l'eau chaude ou de la vapeur. Une réalisation qui existe aujourd'hui est celle des tuyaux chauffants, établis par Geneste-Herscher autour du plancher, à la partie inférieure des murs et particulièrement en contre-bas des surfaces vitrées, dans les allèges des fenêtres; c'est-à-dire précisément sur les points où arrive l'air refroidi par le contact des murs et des vitres, avant de rouler sur le sol de la pièce. De cette façon, la zone froide dans laquelle se seraient trouvés les pieds est supprimée.

On remédie aux ardeurs momentanées des foyers nus par des écrans; c'est d'ailleurs une incommodité qui n'est pas sans avoir sa contre-partie agréable et ne dure pas longtemps. Les poêles se doublent, à l'intérieur, de plaques d'argile (brique réfractaire); à l'extérieur, d'une seconde enveloppe. On remplit de sable l'espace intermédiaire entre celle-ci et la première, ou l'on y fait passer un courant de ventilation. Wolpert construit cette seconde enveloppe en forme de prisme rectangulaire, hexagonal, polygonal, et transforme les pans en persiennes à lames métalliques, qu'on peut relever ou baisser, de façon à se procurer à volonté les avantages du poêle simple ou ceux du poêle à double enveloppe. Le même savant a imaginé « un distributeur de chaleur » (*Wärmervertheiler*), petit mécanisme à rotation centrifuge qu'on place au-dessus des poêles; l'air chaud en s'élevant le fait tourner et l'appareil chasse cet air autour de lui dans le sens horizontal. Enfin, il a cherché à égaliser le chauffage par l'air chaud, au moyen de son poêle à air, qui nous paraît avoir de bien autres mérites que ceux que Wolpert lui-même lui attribue. C'est un cylindre de tôle, assez haut de forme, que l'air arrivant du calorifère central traverse de haut en bas avant de se distribuer dans l'appartement. Les orifices de chaleur sont ainsi au ras du plancher. Mais, surtout, l'air chaud perd, dans le poêle, son excès de température qui, en revanche, s'emmagasine dans le cylindre et est rendu à la pièce par celui-ci, par rayonnement. En disposant des réservoirs d'eau en haut et en bas de ce poêle, on oblige l'air entrant à se dépouiller de ses poussières et à s'humecter.

c. *Les propriétés physiques de l'air.* — On s'occupe surtout de l'influence du chauffage sur l'*humidité* de l'air. Nous pensons qu'il convient de songer aussi à sa *densité*.

Nous avons parlé antérieurement (p. 296 et 377) de l'humidité et de la sécheresse de l'air, ainsi que de leurs conséquences. Il est admis que l'air des habitations doit se rapprocher de la demi-saturation, 50 p. 100, 72° de l'hygromètre à cheveu. Mais les limites d'humidité dans lesquelles l'air ne cesse pas d'être tolérable sont assez étendues. Wolpert, qui les place entre 40 et 60 p. 100, supporte très bien un air plus sec, mais non plus 70 à 80 p. 100 d'humidité. Ce degré de saturation est encore agréable à sa femme, qui, en revanche, se plaint d'une sécheresse à 30 ou 40 p. 100.

Mais le point capital est, ici, la température de l'air, qui peut renfermer d'autant plus de vapeur d'eau qu'il est plus chaud. Un mètre cube d'air demi-saturé, à 15°, renferme 6^{gr},3 d'eau ; demi-saturé à 25°, il en renfermerait 11^{gr},35. Il est donc évident que ce même air qui était assez humide à 15° devient très sec à 25° si on lui a fait atteindre cette température sans lui fournir de l'eau. Cette circonstance est aggravée par ce fait que le *déficit de saturation*, toutes choses égales d'ailleurs, est d'autant plus grand que la température est plus élevée, ainsi que le font justement remarquer Flügge et Deneke. En d'autres termes, pour une même fraction de saturation, le *pouvoir desséchant* de l'air est plus considérable, — ou la tension de la vapeur plus faible.

Il est certain que l'air, qui n'a pas assez d'humidité, tend à en prendre aux objets qu'il touche, aux murs, aux meubles, au corps de l'homme, et qu'il peut en résulter quelques inconvénients. Cependant, il est frappant, comme il a été dit et comme insiste Ad. Vogt, que la siccité de l'air due au chauffage soit à peu près la seule circonstance dans laquelle on se plaigne de cette propriété, alors que partout ailleurs on se trouve très bien dans l'air sec, frais ou chaud.

Quoi qu'il en soit, on s'est ingénié à humecter l'air des locaux chauffés ; quelquefois, avec des procédés naïfs, comme le plat d'eau, dont parle Wolpert, placé sur un poêle, dans une école ; alors que chaque enfant met déjà 20 grammes d'eau par heure et par mètre cube dans un air qui, à 20°, ne peut en contenir que 17 grammes ; plus souvent, en faisant passer l'air de ventilation à travers une lame d'eau, une douche en pluie, etc. On doit à Wolpert l'invention d'un moulinet qui s'établit sur un bassin plein, au passage du courant de ventilation; ce courant fait tourner le moulinet dont les ailes pulvérisent de l'eau dans l'air introduit. Mentionnons aussi l'appareil vaporisateur (*Verdunstungs-Schirm*) du même ingénieux savant; c'est une sorte d'ombrelle en feutre qui coiffe l'orifice d'un vase plein d'eau et du centre de laquelle part un lambeau du même tissu, plongeant dans le liquide ; l'eau s'élève par capillarité et, grâce à la large surface de l'ombrelle, fournit une évaporation sérieuse, sous l'influence du poêle situé au-dessous du vase.

Il n'y a peut-être pas lieu d'attacher une importance extrême à ces pratiques, dont le but est de lutter contre une circonstance qui n'est point grave. La lame d'eau, la douche, la pulvérisation sur les courants d'air chauffé, rendent probablement des services; mais c'est en lavant et en rafraîchissant cet air. En revanche, si l'air chauffé à 30 ou 40 degrés, que l'on envoie dans les locaux par les calorifères, est saturé ou même demi-saturé en entrant, il risque fort d'être sursaturé dès qu'il se refroidira sur les murs. L'air demi-saturé à 30° renferme plus des 15^{gr},2 par mètre cube qui constituent la saturation à 18°. On conçoit dès lors que le chauffage à air n'assainisse point les murailles de nos habitations, mais y favorise, au contraire, la végétation des moisissures et d'autres microorganismes.

Quant à la *densité* de l'air, le chauffage tend à la diminuer, dès qu'il influence directement l'air intérieur; le volume de l'air à 0° étant 1 devient

1,365 à 100 degrés. Em. Trélat rappelle l'expérience de Lavoisier; un individu placé au milieu d'une atmosphère à 26°,25 consomme 11 d'oxygène; le même individu, dans une atmosphère à 12°,50 consomme 12 d'oxygène. Cela veut dire qu'à oxydation égale dans le poumon, ou à production de chaleur égale, il faut que le même individu fasse 12 aspirations dans l'atmosphère à 26°,25 alors qu'il lui suffit de 11 inspirations si l'atmosphère n'est qu'à 12°,50. Cette considération ne touche pas Wolpert, qui s'appuie sur la raréfaction de l'oxygène aux altitudes et dans certaines mines. Cependant, en reconnaissant que cette déviation de la normale n'est point mortelle, nous pensons que c'est une infériorité de l'air, puisque c'es t un anomalie. Par conséquent, elle est à éviter. En d'autres termes, il y a mieux, à cet égard, que le chauffage à l'air chaud.

d. Les impuretés qui peuvent être occasionnées par le chauffage. — Les matériaux combustibles, avant même leur utilisation, peuvent être une cause de poussières et d'émanations plus ou moins offensives, lorsque le chauffage se fait par l'intérieur des appartements et qu'il faut, ou bien avoir une réserve de ces matières dans la pièce, ou bien renouveler le chargement du foyer par une provision apportée du dehors à chaque fois. Ce désagrément est plus sensible encore au moment de l'extraction du coke des houilles grasses, des escarbilles d'une houille quelconque, de la désobstruction des grilles, du nettoyage des foyers et des tuyaux, du tisonnage que nécessite l'emploi des houilles pâteuses.

Les poussières que recueille l'air des calorifères, en voyageant dans les canaux sombres qui l'amènent aux locaux habités, sont un degré plus élevé de ces souillures. On ne sait ce qu'il y a dans ces canaux jamais nettoyés; mais, si des microorganismes s'y sont introduits, ils sont fort à l'aise pour se développer, à l'abri de la lumière, pendant les mois de chômage de l'appareil.

L'*acide carbonique* et l'*oxyde de carbone* peuvent être versés dans l'air des locaux par des appareils mal construits et surtout dans lesquels la combustion n'est pas suffisamment active. Il a été suffisamment question du premier (p. 299). Le second, qui peut naître de presque tous les genres de combustible, est d'une haute toxicité. Selon Gréhant, il tue la moitié des globules sanguins en une demi-heure, à la dose de 1/799; le quart, à la dose de 1 p. 1449. Max Gruber a trouvé sa limite de toxicité pour les animaux et pour l'homme entre 2 et 5 p. 10,000; mais, d'après cet auteur, quand les fuites de gaz ne s'en mêlent pas, les appareils de chauffage, même les poêles de fonte, n'en mettent généralement pas dans l'air des habitations. Fokker en est moins convaincu. Mais il reste toujours la possibilité que le chauffage fasse appel dans l'intérieur des locaux au gaz d'éclairage dont la diffusion dans le sol est presque vulgaire.

Les foyers sans tirage, qui produisent l'intoxication carbonée, mettent dans l'air de la *vapeur de charbon*, dont l'élément toxique est tout d'abord l'oxyde de carbone, mais qui contient en outre de l'acide carbonique, quand elle provient du charbon de bois, de l'acide *sulfureux* et même de l'*hydrogène sulfuré* et de l'ammoniaque, dans la combustion de divers charbons de terre.

Le chauffage au gaz d'éclairage pourrait fournir de petites proportions d'*ammoniaque* et d'*acide cyanhydrique*. Ce dernier, selon Eulenberg, résulte aussi de la combustion de la tourbe.

Les moyens préventifs sont des appareils assurant : 1° une combustion parfaite ; 2° une évacuation active des gaz de combustion ; ajoutons une ventilation généreuse des locaux.

Les poêles de métal à enveloppe simple, qui arrivent si aisément aux environs du rouge sombre ou même au delà, grillent les poussières et les molécules organiques de l'air qui viennent à leur contact. Il en est naturellement de même de certains calorifères dont les surfaces de chauffe sont métalliques et à feu direct. H. Fischer, après avoir essayé de démontrer que cela ne doit pas être, reconnaît que cela arrive et conseille les calorifères à eau et à vapeur, qui ne dépassent pas beaucoup 100 degrés, préférablement aux appareils à feu direct qui peuvent aller à 600 degrés. Le grillage des poussières communique de l'odeur à l'air qui les renferme.

Nous dirons plus loin que l'air chaud est incommode à respirer. En dehors de cet effet et de celui qui s'exerce sur des éléments étrangers, y a-t-il une action réelle des hautes températures sur l'air, modifiant ses propriétés naturelles? Les chimistes n'ont rien fait connaître de tel; cependant ce chauffage à des centaines de degrés est une condition bien extraordinaire pour l'air qui va passer par les poumons.

Nous ne croyons pas inutile d'ajouter que le chauffage est encore, sinon la cause, au moins l'occasion d'une exagération des souillures ordinaires que la présence de l'homme inflige à l'air de ses habitations. En effet, l'on se rassemble et l'on se calfeutre dans les locaux par le froid, pour ne rien perdre de la chaleur que l'on peut produire. Comme les groupes pauvres et nombreux sont ceux dont les appareils de chauffage servent le moins à la ventilation, il n'y a de compensations d'aucune sorte à la production de CO^2, de vapeur d'eau et des éléments de déchet organique qui les accompagnent, quand ils sont de provenance humaine.

A cet égard, pour laisser aux appareils de chauffage leur aptitude à évacuer l'air intérieur et, au moins, pour ne pas leur permettre de renvoyer aux pièces habitées les produits gazeux de la combustion, il est de règle de supprimer toute clef, valve ou soupape, *en arrière* du foyer, et de placer *en avant* la pièce ou le registre destiné à régler l'activité du feu. Il suffit de ne fermer ce registre que quand le combustible est arrivé au rouge pour éviter le dépôt excessif, sur les parois intérieures de la cheminée, de la suie qui finirait par couler sur le mur à l'endroit où le tuyau du poêle s'abouche avec elle. La même précaution prévient les petites explosions qui disloquent les briques des poêles céramiques neufs, dues à ce que ces poêles renferment encore de l'eau que le chauffage transforme en vapeur.

e. Les *accidents* auxquels pourrait exposer le chauffage sont les *explosions* et les *incendies*. C'est l'affaire des constructeurs de faire des appareils de chauffage soit local, soit central, parfaitement étanches. On y arrive, autant que la perfection peut être dans les œuvres humaines, et cette étanchéité dure jusqu'à ce que l'usure y apporte le terme inévitable. Wolff-

hügel fait remarquer qu'il importe de soigner avec une attention particulière les joints des appareils à circulation d'eau chaude ou de vapeur, au moment même où on les établit ; si les personnes qui doivent user de ce chauffage voient s'échapper une goutte d'eau ou entendent quelque sifflement dans un maljoint, elles perdent toute confiance et hésitent à faire fonctionner le système.

f. Ce n'est pas seulement pour les ménages pauvres qu'il faut trouver des appareils économiques, mais aussi et surtout pour les habitations collectives où toute dépense inutile se multiplie par le nombre des individus qui y séjournent. Dans ces conditions, c'est aussi une économie d'avoir un système simple, n'exigeant point un personnel nombreux pour le servir, ni une activité incessante de la part de ce personnel. Suivant les calculs de Forster et Voit, la dépense est augmentée d'un cinquième à un quart pour la ventilation quand on chauffe au calorifère. Nous pensons, d'ailleurs, qu'il faut être en garde vis-à-vis des économies qui aboutissent à l'usage d'un appareil malsain ou dangereux, comme sont les poêles mobiles, par exemple (Voyez plus loin).

Matériaux de chauffage. — Une expérience aussi ancienne que le monde nous a appris que le mode le plus facile d'obtenir un dégagement de chaleur est la *combustion*, c'est-à-dire sommairement la combinaison de l'oxygène avec quelqu'un des corps qui ont pour lui de l'affinité, et sont, en conséquence, dits *combustibles.* La combustion, disent les physiciens, équivaut à la destruction d'un grand travail mécanique. C'est donc que la combinaison de l'oxygène avec le carbone rend apparente tout à coup, sous forme de chaleur, quelque grande force invisible. Si l'on réfléchit que tout le carbone que nous brûlons est de provenance organique (et il n'en est guère d'autre, sans excepter le diamant), cette force n'est autre que celle qui a lentement rapproché les molécules de carbone; or, puisque le carbone a vécu, celle-ci même était déjà de la chaleur.

Les substances à la combustion desquelles nous demandons la chaleur artificielle, renferment comme éléments essentiels le carbone et l'hydrogène, dont la combinaison avec l'oxygène aboutit à l'acide carbonique et à l'eau. La chaleur de combustion du charbon de bois est de 8,080; celle de l'hydrogène, 34,462 (Favre et Silbermann).

Ces substances sont, d'ailleurs, *solides, liquides* ou *gazeuses.* Les premières sont de beaucoup les plus importantes et sont l'origine des autres. Elles sont essentiellement constituées par la cellulose : bois, paille, tourbe, charbon de bois, charbon de tourbe, houille, coke, tannée, etc. Les secondes sont représentées par les huiles de toute provenance, les huiles minérales, le goudron. Le gaz d'éclairage, quand il est utilisé pour le chauffage, constitue à peu près seul le troisième ordre.

Le *bois*, suffisamment sec, combustible très répandu pour le chauffage, est d'un usage aussi sain qu'agréable. C'est lui qui répand la moindre variété de gaz dangereux dans l'habitation. Les bois blancs (peuplier, tremble, saule) brûlent vivement et donnent en peu d'instants une chaleur passagère; les bois durs, chêne,

hêtre et surtout charmille, tiennent plus longtemps le feu et sont préférés pour le chauffage des appartements. Les bois résineux brûlent facilement, mais avec beaucoup de fumée et en répandant une odeur aromatique qui, sans être désagréable ni dangereuse, peut devenir fatigante.

Il résulte des expériences de Scheurer-Kestner et Meunier que : 1° tous les bois au même état de dessiccation produisent sensiblement la même chaleur; 2° que, pour les bois parfaitement desséchés artificiellement, la puissance calorifique est d'environ 4,000 (celle de la cellulose) ; 3° que, pour les bois dans l'état ordinaire de dessiccation, qui renferment à peu près 25 à 30 p. 100 d'eau, la puissance calorifique varie de 2,600 à 2,800. Une part du calorique produit est employée à vaporiser l'eau.

Quel que soit le bois employé, l'effet calorifique sera d'autant plus grand que le bois sera plus divisé.

La *tourbe* est un combustible léger, spongieux, d'un brun noirâtre, provenant des débris de plantes aquatiques déposés successivement au fond des marais. Elle est caractérisée par la présence, dans sa composition, d'une certaine quantité d'acide *ulmique* (Frémy). Elle brûle lentement et sans produire une très haute température, avec une fumée d'une odeur piquante fort désagréable.

PROVENANCE.	COMPOSITION AVEC LES CENDRES				
	C	H	O	Az	CENDRES.
Tourbe de Vulcaire, près d'Abbeville...	57,05	5.63	29,55	2,21	5,58
— de Long........................	58,09	5,93	31,37	»	4.61
— de Framont....................	57,79	6,11	30,77	»	5.33
— de Thésy......................	50,67	5,76	34,95	1,92	6,70
— de Camont.....................	46,11	5,99	35,87	2,63	9,40

« Les tourbières les plus considérables de la France sont : 1° celles de la vallée de la Somme, entre Amiens et Abbeville ; 2° celles des environs de Beauvais ; 3° celles de la rivière d'Essonnes, entre Corbeil et Villeret; 4° celles des environs de Dieuze. La Hollande, la Westphalie, l'Autriche, la Bavière, l'Écosse et la Russie sont très riches en tourbe. »

Desséchée à l'air, la tourbe conserve jusqu'à 30 p. 100 d'eau. Elle laisse 8 à 9 p. 100 de cendres (tourbes de la Somme), 15 (Nantes), 17 à 24 (Italie), 21 (Essonnes), 29 (comté de Mansfeld). On fait des tourbes comprimées et des briquettes, qui sont d'un meilleur usage que la tourbe naturelle.

La puissance calorifique de la tourbe est entre 3,000 (tourbe moyenne à 25 p. 100 d'eau) et 5,153 (tourbe sèche).

Le *charbon de terre* (lignites, houille, anthracite) est le reste des arbres amoncelés des forêts des âges géologiques anciens. On y reconnaît surtout des fougères et des conifères. Plusieurs milliers d'années avant l'Europe, les Chinois brûlaient le charbon de terre, très abondant dans leur pays et qu'ils exploitent encore, mais seulement à la surface des gisements, sans creuser de puits ni de galeries de mine. Le charbon de terre est aujourd'hui devenu la vie des deux mondes, et ce serait un cataclysme s'il venait à manquer subitement. Son rôle, quoique immense, dans le chauffage, est le moindre aspect de son utilisation. Les lignites, assez peu carbonisés, brûlent avec une fumée abondante, à laquelle sont mélangés non seulement l'oxyde de carbone et l'acide carbonique, mais encore l'acide sulfureux et

l'ammoniaque. La houille brûle mieux, non sans une odeur de goudron ; fraîchement extraite, elle abandonne un peu d'hydrogène sulfuré et, dans la vapeur de charbon qu'elle dégage sous un foyer tirant mal, l'acide sulfureux accompagne l'acide carbonique et l'oxyde de carbone. L'anthracite, très dur, à cassure vitreuse, est un combustible très riche, mais exigeant un puissant tirage, sous peine d'avoir des vapeurs de charbon dans le local où se fait la combustion ; ses fragments ne se collent pas.

La puissance calorifique *observée* des lignites varie de 6,311 à 7,924 (Scheurer-Kestner et Meunier) ; elle dépasse souvent la puissance calorifique *calculée*, que l'on a trouvée être entre 5,827 et 8,343.

On distingue les houilles *grasses maréchales*, *Back-Kohle* (Allem.), qui éprouvent au feu une sorte de fusion pâteuse et donnent un coke boursouflé, léger (Saint-Étienne, Commentry, *fine forge* de Mons). Cette fusion pâteuse, qui intercepte le courant d'air, brûle les grilles et agglutine le coke produit, rend ces houilles impropres à l'usage des calorifères Geneste et Herscher, à l'hôpital militaire de Bourges ;

Les houilles *grasses et dures*, moins fusibles que les précédentes ;

Les houilles *grasses à longue flamme* (*flénu* de Mons, *cannel-coal* du Lancashire), dont les fragments s'agglutinent seulement, sans fusion. Les Allemands appellent cette variété *Sinterkohl;*

Les houilles *sèches à longue flamme*, qui donnent un coke à peine fritté, presque sans adhérence des fragments ; elles brûlent avec une flamme longue, mais de peu de durée, et ne donnent pas une chaleur aussi intense que les précédentes. Elles conviennent bien pour les grilles. C'est le *Sandkohl* des Allemands ;

Les houilles *sèches à courtes flammes*, qui brûlent difficilement et avec un résidu pulvérulent.

Les divers charbons de terre renferment de 5 ou 6 p. 100 d'oxygène et d'hydrogène (anthracites) à 11 (houilles grasses) et même 16 (lignites) ; à peu près autant de l'un que de l'autre. Les puissances calorifiques observées, toujours supérieures aux puissances calculées, varient de 6,183 — 7,687 (lignites) à 8,021 — 9,163 (houilles), d'après Scheurer-Kestner et Meunier. Les houilles grasses à courte flamme, ou charbons à coke, qui ont la puissance calorifique la plus élevée, atteignent à 9,300 ou 9,600 (type du Creusot, du Gard, du Nord, Charleroi, Cardiff au pays de Galles).

Les houilles, assez sèches au sortir de la mine, prennent de l'eau par l'exposition à l'air, mais en revanche perdent des gaz par suite de la combustion lente (Grundmann, Varrentrapp).

Les charbons provenant de la même mine se distinguent en *gros*, *gaillette* et *menu*, d'après la grosseur des morceaux, et ces trois espèces se vendent à des prix différents. Les menus, qui étaient presque sans valeur, en ont repris tout à coup par la fabrication des *agglomérés*.

Combustibles préparés. — Avec les combustibles naturels, on obtient des produits plus économiques ou plus faciles à employer.

La *tannée*, ou tan épuisé, est comprimée et moulée en mottes, qui sont achetées par les ménages pauvres. Elles brûlent lentement et donnent beaucoup de cendres. Théoriquement, la puissance calorifique de la tannée est de 2,075 calories ; mais si l'on retranche les calories perdues pour l'évaporation de l'eau et par la mauvaise combustion de la matière, il ne reste guère que 547 calories utiles. On utilise encore, de la même façon que la tannée, la sciure de bois, les résidus de bois de teinture.

Le *charbon de bois* s'obtient en soumettant le bois, dans de certaines conditions, à une température qui dépasse 340°. Le résultat est une substance plus riche en carbone que le bois, cassante, friable, pesant de 200 à 250 kilogr. le mètre cube, douée d'une grande puissance d'absorption pour les gaz.

Desséchés à 140° et ayant perdu 5 à 6 p. 100 de leur poids, les charbons ont présenté la composition suivante :

NATURE DU CHARBON.	EAU.	CARBONE.	HYDROGÈNE.	OXYGÈNE ET AZOTE.	CENDRES.
Charbon de hêtre en meule............	7,23	88,89	2,41	1,46	3,02
— dur (fabriq. d'ac. acétique)....	6,04	85,18	2,88	3,44	2,46
— léger (fabric. du gaz)......... (Faisst.)	8,21	87,43	2,26	0,54	1,56
Charbon de peuplier..................	»	87,22	3,20	8,72	0,86
— de chêne .... (Ebelmen.)	»	87,68	2,93	6,43	3,06

Le charbon de bois brûle à l'air sans flamme, sauf une petite flamme bleue, due à la combustion de l'oxyde de carbone, et peut fournir un échauffement prolongé.

Le *charbon de tourbe* est poreux ; il brûle facilement et lentement à cause des cendres qui s'accumulent à sa surface; des morceaux de ce charbon, séparés d'un foyer, continuent à brûler jusqu'à ce que tout le carbone ait disparu. Dans le Nord, on l'obtient par la carbonisation en meules, comme le charbon de bois dans les forêts.

La quantité de chaleur qu'il dégage par la combustion est très variable, à cause des différences dans la proportion de cendres. Le charbon de tourbe d'Essonnes, sur 100 parties, donnant 18,2 de cendres, a une puissance calorifique moyenne de 6,600.

Le *coke* est le charbon particulier que produit la carbonisation ou la distillation de la houille. Il renferme toutes les matières inorganiques fixes que contenait la houille dont il provient ; de plus, il retient encore, en proportions plus ou moins faibles, de l'hydrogène, de l'oxygène, de l'azote.

Coke desséché à 200° (de Marsilly).

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et azote.	Cendres.
Coke n° 1......	91,30	0,33	2,17	6,20
Coke n° 2......	91,59	0,47	2,05	5,89

La valeur des cokes est d'autant plus grande que la teneur en cendres est plus faible. A 10 ou 12 p. 100 de cendres, le coke est encore acceptable ; il y en a de plus mauvais.

A l'air, le coke reprend de l'humidité. Il brûle presque sans flamme et il ne peut se maintenir en ignition qu'autant qu'il est en volume un peu considérable dans un foyer ; aussi, le mélange-t-on souvent de houille pour le chauffage des locaux. Celui que l'on recherche pour ce but est le coke des cornues à gaz. D'ailleurs, les houilles qui conviennent le mieux pour sa fabrication sont celles des types houilles grasses et particulièrement les houilles *grasses à courte flamme*. Quand on le fabrique avec des menus, on soumet ceux-ci à un lavage préalable pour diminuer la proportion de cendres.

Sa puissance calorifique (à 2 p. 100 d'eau et de 4 à 15 de cendres) varie entre 7,600 et 6,700.

Agglomérés divers. Charbon de Paris. Briquettes. — Les Chinois n'emploient la houille au naturel que pour forger. Celle qui doit servir au chauffage est réduite en poudre, broyée avec des détritus de plantes, liée avec de l'argile ; le tout, pétri en boule, est séché au soleil. Nous ne faisons guère autre chose dans la prépara-

tion du *charbon de Paris*, des *briquettes*, des *agglomérés de brai* de Valenciennes; on utilise aussi le menu et la poussière de houille invendable, qui couvre le sol tout autour des puits d'extraction et des dépôts sur les points d'embarquement. Le charbon de Paris renferme des débris de plantes sans valeur, du tan épuisé; les briquettes sont agglomérées avec du bitume ou avec du goudron de houille. Ces préparations brûlent lentement et donnent une chaleur durable; elles se recommandent surtout par leur bon marché.

Combustibles liquides. — Cette classe ne comprend guère que le *pétrole* et l'*huile lourde* provenant de la distillation de la houille. Le pétrole ferait brèche à la loi exprimée plus haut, que tout le carbone à notre disposition est d'origine organique, si l'opinion de Mendeleef, Chancourtois, Byasson, venait à prévaloir; suivant cette doctrine, le pétrole, dans les gisements duquel on ne trouve pas de débris végétaux, serait de provenance minérale et volcanique (Wazon).

Le pétrole pourrait fournir beaucoup de chaleur pour le chauffage, quoique son prix reste élevé dans nos pays; malheureusement, il est d'un transport délicat et d'un maniement dangereux. Audoin, puis S.-C. Deville, ont imaginé des appareils spéciaux qui permettent de s'en servir pour les locomotives et les navires. Sa puissance calorifique est d'environ 10,000 calories.

Combustibles gazeux. — Le gaz d'éclairage ou gaz-lumière, comme disent les étrangers *(gas-light, Leuchtgas)*, atteint à une puissance calorifique de 7,700 calories par mètre cube ou 11,000 cal. par kilogr., si l'on a le moyen d'en condenser les vapeurs, et 9,734 calories sans condensation. C'est donc un agent de chauffage précieux; mais, à 0 fr. 30 le mètre cube, comme à Paris, et même à 0fr. 20 comme à Lille, il est très cher. De plus, les usines ne le livrent pas encore assez rigousement et assez constamment pur pour que les consommateurs soient en parfaite sécurité contre les gaz délétères qu'il peut répandre dans les appartements, l'ammoniaque en particulier (Kuhlmann), par-dessus tout l'oxyde de carbone, à moins que l'on n'imagine des cheminées qui donnent d'elles-mêmes toute garantie. Ce à quoi il faudra bien en arriver, pense E. Trélat (Congrès de Turin), dans un avenir qui ne peut être éloigné, attendu que l'extension de l'éclairage électrique va déposséder peu à peu le gaz du rôle de matière éclairante et en laisser de grandes quantités disponibles pour le chauffage. Comme le procédé est évidemment supérieur, au point de vue de la propreté, au chauffage par le charbon, on en usera largement, dès qu'on pourra le faire sans péril.

On l'a fait remarquer justement, son emploi présente cette économie que l'on a de la chaleur très rapidement en allumant le gaz, et qu'on peut l'éteindre instantanément dès qu'on n'en a plus besoin. Il n'y a pas de combustible perdu.

Le tableau ci-dessous fait saisir la cherté relative des divers combustibles en usage à Paris.

	Pouvoir calorifique.	Prix du kilogramme.
Bois moyen à 30 p. 100 d'eau	2,500	0,048
Charbon de bois	7,000	0,18
Charbon de tourbe	6,600	0,12
Houille	8,000	0,048
Coke de four	7,350	0,07
Coke de gaz = 2f,35 l'hectol. de 32k,5	6,000	0,072
Agglomérés	8,000	0,048
Briquettes perforées	6,000	0,053
Charbon de Paris	6,000	0,12
Pétrole brut	10,000	0,15
Pétrole raffiné	10,000	0,60
Gaz-lumière	7,700 le m. cub.	0,30 le m. c.

D'où il résulte que le moins cher de tous les combustibles est la houille ; 6 centimes les 10,000 calories. Le coke de gaz est deux fois plus cher, 12 centimes les 10,000 cal.; le bois 3,2 fois plus, 20 centimes. Et si l'on réfléchit que, dans nos cheminées, il rayonne deux fois moins que la houille (Péclet), le bois coûte en réalité 6,4 fois plus que la houille. Quant au gaz-lumière, dont le rayonnement n'est que le tiers de celui de la houille et dont le prix est de 39 centimes les 10,000 cal., il est près de 20 fois plus coûteux que celle-ci; et le pétrole raffiné 30 fois plus.

Au point de vue de l'intensité du *rayonnement*, les charbons de bois ou de tourbe et le coke, qui ne font pas de flamme, l'emportent sur le bois. La quantité totale de chaleur produite étant 1, le pouvoir rayonnant du bois ordinaire et de la tourbe est de 0,25; celni du bois sec 0,28; du charbon de bois ou de tourbe 0,50; de la houille moyenne et du coke encore plus élevé.

Volume d'air nécessaire pour brûler les divers combustibles. — Selon Péclet, il faut :

Pour brûler 1 kil. de carbone,	$9^{mc},8$ d'air	$11^{kil},953$
— 1 kil. d'hydrogène,	28 ,8 —	34 ,96

L'expérience a démontré (Scheurer-Kestner et Meunier) qu'il faut augmenter ces chiffres d'un tiers. Ils deviennent, pour le carbone, $14^{mc},4 = 17$ kil. 179, et pour l'hydrogène, $43^{mc},2 = 52$ kil. 34.

Sur ces bases, étant connue la composition élémentaire d'un combustible on peut calculer la quantité d'air qu'exigera sa combustion : 1° en multipliant la fraction qui représente la quantité de son carbone par le nombre qui représente l'air nécessaire pour brûler 1 kilogramme de charbon ; 2° en multipliant la fraction qui représente la proportion d'hydrogène libre par le nombre qui indique la quantité d'air nécessaire pour brûler 1 kilogramme d'hydrogène.

Soit un bois à 30 pour 100 d'eau, renfermant :

Carbone..........................	0,350	
Hydrogène....................	0,042	ou 0,005 hydrogène libre.
Oxygène et azote..................	0,294	
Eau	0,300	
Cendres	0,014	

On trouvera qu'il faut, en supposant que les deux tiers seulement de l'oxygène sont consommés :

En volume........................	5,256
En poids.........................	6,379 d'air pour brûler 1 kil. de bois.

Dans de pareilles conditions, le volume des gaz produits serait de $9^{mc},468$ à 150°, et $12^{mc},822$, s'ils sortent à 300°.

Températures produites par la combustion de différents combustibles. — C'est ce que l'on appelle l'*effet pyrométrique*. Il est difficile à constater directement sans erreur, à cause du refroidissement produit : 1° par l'arrivée de l'air qui alimente la combustion ; 2° par le rayonnement des foyers ; 3° par la *dissociation* (Sainte Claire-Deville) ou réduction de l'acide carbonique.

Le calcul indique 1439° comme la température maxima fournie par l'hydrogène et 1758° comme température maxima de la combustion du carbone. Sur ces données, celle du protocarbure d'hydrogène est de 1461°.

Bien que nos combustibles usuels renferment, en outre du carbone et de l'hydrogène, de l'oxygène, de l'azote, de l'eau hygrométrique et des cendres, on peut à la rigueur négliger ces éléments associés, dont les uns s'ajoutent au rayonnement et d'autres aux gaz qui résultent de la combustion, pour calculer la température maxima qu'il est possible d'obtenir d'un kilogramme d'un combustible quelconque.

La température maxima calculée pour le gaz d'éclairage est égale à 1477°. La température réelle est peut-être plus élevée, puisque Schlœsing a pu, au moyen du gaz d'éclairage et de l'air, fondre le fer, dont le point de fusion est entre 1500° et 1600°. La température maxima de la houille grasse maréchale est de 1751°; celle de la houille grasse à longues flammes 1825°.

Il est clair que l'on élèvera la température maxima si le combustible et l'air sont eux-mêmes chauffés au préalable. Le même résultat s'obtient en élevant la pression.

Action et mode du chauffage. — L'homme se refroidit, comme on sait, par évaporation (poumons, peau), par conductibilité (contact), par rayonnement. Celui-ci s'exerce de la surface du corps vers les objets froids qui se trouvent dans les locaux habités, l'air (très peu), les meubles et surtout les parois. On peut donc contribuer à maintenir la température des habitants d'un local, soit en les échauffant directement, soit en échauffant l'air ou les parois du local, soit en cherchant à réunir les deux effets dans de justes proportions.

Il vaut mieux agir sur les parois que sur l'air, d'abord à cause de la faible chaleur spécifique de celui-ci. Pendant qu'il suffit de 0,31 de calorie pour élever d'un degré un mètre cube d'air, il faut de 300 à 500 calories pour échauffer d'un degré un mètre cube de briques, 500 à 600 pour 1 mètre cube de pierre calcaire, 1000 pour l'eau (Wolffhügel). Quand on chauffe une pièce, les murs absorbent du calorique jusqu'à un certain moment, ou état d'équilibre, auxquels ils n'en absorbent plus qu'à la mesure de celui qu'ils émettent au dehors. Lorsque cet état a été atteint, si l'on cesse le chauffage et que la température intérieure s'abaisse, les murs rendent de la chaleur à l'atmosphère du local. D'ailleurs, la déperdition de calorique par les murs est en raison inverse de leur épaisseur; pour une différence de température d'un degré entre l'intérieur et l'extérieur, 1 mètre carré de surface de briques perd par heure, 1 calorie 8 sous une épaisseur de $0^{m},1$; sous l'épaisseur de $0^{m},50$, 0,9 de calorie; avec 1 mètre d'épaisseur, 0,5 de calorie.

L'attention des hygiénistes, de nos jours, se porte avec raison de ce côté. « Si une maison ne se refroidissait pas en hiver, il serait superflu de la chauffer; car, comme, abstraction faite de la ventilation nécessaire, les seules causes de refroidissement proviennent de l'enveloppe, il suffit de donner à cette enveloppe autant de chaleur que les influences extérieures lui en prennent (Somasco). Il ne faudrait donc pas, ou le moins possible, élever la température de l'air dans la maison, mais chauffer nos murs, nos parquets, maintenir en température convenable tout le matériel qui nous environne. » (A. J. Martin.) Le chauffage, dit H. Fischer, consiste surtout à empêcher l'homme de se refroidir.

On a déjà fixé quelques données relatives à la conductibilité et au pouvoir rayonnant de divers corps, lorsqu'il s'est agi des relations calorifiques entre la terre, l'eau et l'atmosphère; ce qui va suivre s'applique plus spécialement aux habitations.

La chaleur se propageant par vibrations (Rumford), les substances dures, compactes, ont un pouvoir conducteur plus grand, et les matières légères, grenues, pulvérisées, une conductibilité plus faible. Le pouvoir conducteur du molleton, de l'édredon, du coton, du papier, varie de 0,024 à 0,05. Les matières pulvérulentes viennent après; sables 0,27; brique en poudre 0,139; craie en poudre 0,086; cendres de bois 0,066; coke pulvérisé 0,16; charbon de bois 0,079.

Pouvoir de conduction des vibrations calorifiques (Péclet).

Cuivre	64	Terre cuite	0,65
Fer	29	Sapin suivant les fibres	0,17
Zinc	28	— perpendiculaire	0,093
Étain	22	Chêne —	0,21
Plomb	14	Noyer —	0,10
Charbon de cornue	4,94	— suivant les fibres	0,17
Marbre grain fin	3,48	Liège	0,145
— gros grain	2,78	Caoutchouc	0,17
Pierre calcaire, grain fin	2.08	Gutta-percha	0,172
— moyenne	1,7	Verre lourd	0,88
— gros grain	1,32	— léger	0,75
Plâtre fin, gâché	0,52	Air stagnant	0,04
— ordinaire	0,33		

La quantité de chaleur par rayonnement, par mètre carré et par heure, est indépendante de la forme et de la grandeur du corps, pourvu que la surface n'offre pas de parties rentrantes ; elle ne dépend que de la nature de la surface et de l'excès de sa température sur la température extérieure (Wazon). Elle est représentée par la formule $Q = R + A$, dans laquelle A exprime la perte par le contact de l'air avec les parois. Cette perte a la valeur 3 ou 6 ; c'est cette dernière que Wazon adopte : voici la valeur de R pour différentes matières :

Pouvoir rayonnant (valeur de R).

Cuivre rouge	0,16	Charbon en poudre	3,42
Zinc	0,24	Sable fin	3,62
Laiton poli	0,25	Peinture à l'huile	3,71
Étain	0,21	Papier peint	3,77
Tôle polie	0,45	Noir de fumée	4,01
— plombée	0,65	Pierre calcaire	3,60
— ordinaire	2,77	Plâtre	3,60
— oxydée	3.36	Brique	3,60
Fonte neuve	3,16	Bois	3,60
— oxydée	3,36	Étoffes de laine	3,68
Verre	2,91	Eau	5,31
Craie en poudre	3,32	Huile	7,24

Ces données ont servi à Péclet pour calculer la valeur M des pertes de chaleur, en calories, par mètre carré de murailles et par heure :

$$M = \frac{CQ \times T}{2C + Qe}.$$

C désigne le pouvoir de conduction des matériaux du mur ; $Q = R + A$; T désigne l'excès de température du local sur la température extérieure ; la lettre e, l'épaisseur du mur en mètres.

Ainsi l'on peut se rendre compte de la déperdition de chaleur par les parois, au détriment des habitants, quand la température extérieure s'abaisse ; de l'échauffement intérieur quand la température du dehors s'élève ; et aussi, de la restitution en temps froid, au profit de la température intérieure, d'une partie de la chaleur que le chauffage a emmagasinée dans les murailles.

Suivant Péclet, avec une différence de 25° entre l'intérieur et l'extérieur, on peut prendre pour quantités de chaleur transmises par mètre carré et par heure : par les murs 54 calories ; — les vitres, 100, — les plafonds 20, le sol 30. Il en résulte que le verre rayonne peu ou point et que c'est le plafond qui peut restituer le plus de chaleur.

Il existe d'autres raisons de ne pas chauffer l'air. Indépendamment de sa raréfaction relative aux températures élevées (Voy. page 614), l'air n'est agréable à respirer qu'autant qu'il est *frais*, c'est-à-dire à la température de 10 à 12 degrés. Émile Trélat a fait remarquer que, de l'aveu de tout le monde, « il est salutaire de marcher par une belle gelée, sous un beau soleil, et qu'il est bon de circuler au milieu d'une atmosphère froide, quand on a pris la précaution de se bien couvrir. » Je ne suis pas sûr que la richesse de l'air froid en oxygène et sa pauvreté en vapeur d'eau y soient pour beaucoup, mais le fait est certain, l'air frais est agréable au poumon, comme l'eau fraîche à l'estomac. En revanche, l'air chaud produit une sensation pénible, comme l'eau tiède est nauséeuse. Nous avons vécu quelquefois dans le *sirocco* de notre Algérie ; ce qu'on y éprouve de plus gênant, c'est de respirer cet air, sec pourtant, qui s'est échauffé au contact du sable saharien. L'air des bouches de calorifères nous rappelle toujours le sirocco.

Que le chauffage s'adresse aux parois des locaux ou aux habitants, il agit par *conductibilité* ou par *rayonnement*. Celui-ci est *lumineux*, par le soleil et par les foyers découverts ; *sombre*, quand il est dû à des surfaces métalliques ou en poterie, à la surface des meubles ou des parois. On a dit, et c'est exact, qu'il est impossible que le rayonnement ne chauffe pas aussi par conductibilité. En effet, une partie de la chaleur rayonnante est absorbée par l'air ; des molécules d'air s'échauffent aussi au contact des surfaces assez chaudes pour rayonner du calorique ; elles portent leur chaleur à distance en se déplaçant et la communiquent aux objets qu'elles heurtent. Mais tout cela ne constitue qu'une faible part du chauffage et ne suffit pas à légitimer, comme on a voulu le faire, le chauffage par l'air chaud.

Le chauffage par rayonnement est assurément le premier auquel l'homme ait eu recours ; c'est encore celui du soldat au bivouac et celui de beaucoup de paysans. En Lorraine, on allume un feu de bois sous une grande cheminée ; c'est une façon tolérable d'associer la ventilation au chauffage. Au gros de l'hiver, on recourt au poêle de fonte à enveloppe simple, qui chauffe davantage, mais moins agréablement et ne ventile guère. Il est assez remarquable que ce soit encore la cheminée à feu nu, sans dispositif compliqué, que les heureux du monde, les raffinés, emploient à leur chauffage. Le procédé n'est pas le meilleur pour la bourse ; mais il est agréable et salubre. C'est ce qui rappelle le plus le soleil, le foyer par excellence du rayonnement de chaleur et de lumière, bien qu'il ne nous chauffe et nous éclaire aussi que d'un côté à la fois.

Le reproche fait aux foyers ouverts, cheminées d'appartement, poêles simples, a déjà été indiqué ; la face du corps tournée vers le foyer a chaud, trop chaud peut-être, tandis que la face opposée rayonne son calorique vers les parois froides ; ce qui équivaut à un courant d'air de ce côté. La valeur de cette accusation est faible, quand il s'agit d'appartements dont les hôtes peuvent se déplacer à volonté et se chauffer alternativement sur les deux faces ; il y a même des agréments positifs à pouvoir présenter à un bon foyer la partie du corps qui en a le plus immédiatement besoin

dans le moment. Elle est plus sérieuse vis-à-vis des écoliers, par exemple, qui ne doivent pas quitter leur banc. Pourtant, il est possible d'augmenter la distance qui sépare les individus du foyer de chaleur rayonnante, de façon à ne pas les surchauffer de ce côté. Quant au côté des parois, il cesse bientôt d'envoyer du froid.

Après douze heures de chauffage et surtout après plusieurs jours consécutifs, les murs et le mobilier se sont échauffés par rayonnement du calorique et en ont emmagasiné, qu'ils rendent à leur tour au corps des individus situés près d'eux.

Une pièce de 5 mètres de largeur, 5 mètres de profondeur et 4 mètres de hauteur, avec deux fenêtres d'une surface de $5^{mq},52$ et trois portes représentant $7^{mq},25$ de surface, avec un chauffage qui fait passer les parois de 0° à 15°, emmagasine, dans des murailles de $6^{m},40$ d'épaisseur, un plancher de $0^{m},30$, et un plafond ordinaire, 328 150+16 875+6 660=371 685 unités de chaleur. Et si l'on ne prend pour la pièce que la moitié de la chaleur des murailles intérieures, ajoutée à celle du plancher et du plafond, on aura encore pour les habitants 197 500 unités de chaleur (Péclet-Hudelo).

Si, même, on veut supprimer d'emblée le « rayonnement froid » des murailles, on fait circuler tout autour de la partie basse des murs un *ruban* ou plusieurs *rubans de chaleur*, ce qui s'obtient facilement à l'aide d'une circulation de vapeur, par exemple (Em. Trélat). Ce moyen peut donner aux murailles les 18 à 25 degrés qui leur sont nécessaires et être employé dans des *locaux habités en permanence*, comme une salle de traitement dans un hôpital. Ainsi qu'on le voit, c'est encore le chauffage par rayonnement et, s'il est aidé d'une cheminée à feu flambant, on ne saurait désirer mieux.

Le chauffage *par conductibilité* s'appellerait mieux *par contact*. L'air est très mauvais conducteur du calorique; ses molécules peuvent s'échauffer isolément *au contact* d'un corps chaud et, de même, abandonner leur chaleur *par contact* au corps de l'homme, quand elles le rencontrent; mais lorsque, comme dans le chauffage par les calorifères, on se sert de l'air pour véhiculer la chaleur, on utilise, non point la conductibilité qu'il n'a pas, mais la *convection*. Alors, comme d'autre part sa chaleur spécifique est très faible, il faut le chauffer à un haut degré afin qu'il ait emmagasiné assez de chaleur pour en donner convenablement à l'homme, aux objets existant dans les pièces habitées et aux parois. L'échauffement de celles-ci se produit à la longue; mais, tout d'abord, l'homme est forcé de respirer cet air chaud dont nous avons dit les inconvénients. Et, si l'on n'a pas eu soin de commencer le chauffage de la pièce avant qu'elle soit occupée, les habitants ont les poumons échaudés sans être dispensés de rayonner leur propre chaleur vers les murs restés froids; ils ont la même sensation de courant d'air que nous signalions tout à l'heure avec le chauffage par rayonnement. « On éprouve le besoin d'ouvrir son gilet et d'aller chercher son paletot » (E. Trélat).

Le chauffage au calorifère, depuis quarante ans, s'est répandu à l'excès, en France et à l'étranger. Il est fortement entré dans les mœurs allemandes. A la *Réunion des hygiénistes allemands*, à Vienne (1881), le professeur Hermann Fischer parut en examiner gravement « les inconvénients et les avantages ». En réalité, il

n'en fit que l'apologie. Le point capital de son argumentation fut que toutes les méthodes de chauffage sont, au fond, du chauffage à l'air et font véhiculer le calorique par l'air. Il n'est même pas fait mention du *rayonnement*, qui véhicule du calorique sur rien. Fodor reconnut, contrairement à Fischer, que les surfaces de chauffe des calorifères grillent certainement les poussières de l'air, à une température approchant de 150°, et communiquent à l'air de l'odeur et des propriétés irritantes, même à très petites doses, ainsi qu'il ressortit d'expériences fort curieuses, instituées par ce laborieux savant. Néanmoins, Fodor vante le calorifère. pourvu qu'il soit bien construit et entretenu propre, et estime que sa supériorité est dans sa puissance de ventilation. — Il est vrai que, dans certains appareils, l'air qui sort du calorifère y retourne après s'être refroidi dans la pièce et avoir servi aux habitants; cette rumination du même air s'appelle *circulation*. — L'auteur demande que l'air n'entre que « modérément chauffé »; le tout est de s'entendre; cette température modérée est, pour lui, aux environs de 30°. Roth (de Dresde), en cette occasion, crut ne pouvoir faire mieux que de mettre en doute l'insuffisance d'oxygène comme cause du *mal de montagnes*. L'ingénieur Rietschel (de Berlin) déclara que le chauffage à l'air dessèche réellement l'atmosphère intérieure, mais c'est parce qu'il ventile; plus il passe d'air dans la pièce, plus il est enlevé d'humidité aux objets. Un médecin militaire, seul, le Dr Sidlo (de Vienne), essaya de faire entendre une note discordante dans ce concert; il avait commencé l'énumération d'un certain nombre de maladies contractées dans un hôpital chauffé à l'air, par des patients traités pour tout autre chose, et qu'il attribuait au mode de chauffage; mais l'assemblée ne lui permit pas de développer, au delà des dix minutes réglementaires, cette thèse qui heurtait l'opinion classique. Wolffhügel ne semble pas soupçonner que l'excellence du chauffage par l'air, avec ventilation par l'air chaud, puisse être contestée. Le surchauffement, la dessiccation, les poussières, la fumée, que procure ce système, ne sont que des accidents évitables et n'atteignent point le principe. Il rappelle qu'en 1876, Voit et Bezold, appelés à vérifier le bien fondé des accusations portées contre ce mode de chauffage dans les écoles de Munich, ne nièrent point que les plaintes portant sur le manque d'agréments du chauffage à l'air n'eussent leurs raisons d'être, mais affirmèrent qu'aucun fait ne pouvait être relevé, démontrant sa nocuité au point de vue sanitaire. « L'interdiction de ce mode de chauffage, disaient-ils, serait une reculade, parce qu'aucun autre ne ventile aussi convenablement ». Wolpert laisse entrevoir qu'on peut trouver mieux; son *poêle à air* est un notable correctif aux bouffées torrides du calorifère; mais ce n'est pas encore une réelle insurrection contre les vieux procédés.

A l'Exposition d'hygiène de Berlin (1883), comme dans les hôpitaux de cette ville, nous avons pu voir un très grand nombre d'appareils de *chauffage à eau et à vapeur*, qui prouvaient qu'en Allemagne aussi, on a fini par trouver qu'il y a de meilleurs véhicules de la chaleur que l'air, et qu'il vaut mieux étaler le calorique sur les murs des habitations que de le faire respirer aux individus. Malgré la prétention de quelques auteurs, que ces appareils chauffent aussi l'air, il est bien certain qu'ils agissent d'abord et surtout par rayonnement, ou, si l'on veut, en empêchant l'homme de rayonner son calorique vers les parois.

Dans ces dernières années (1886), un homme de parfaite compétence en ces matières, le professeur Ad. Vogt (de Berne) a nettement pris parti pour le chauffage par rayonnement contre le chauffage par l'air chaud. Il a démontré, par le calcul, la supériorité du premier, et appelé l'attention sur un élément trop peu remarqué jusqu'ici, la *réflexion de la chaleur par les parois*, qui joue un rôle énorme dans le chauffage par rayonnement et n'existe naturellement pas, quand il n'y a pas de foyer de chaleur dans la pièce. Il attribue à l'obligation de surchauffer l'air

le malaise qu'on éprouve dans une chambre chauffée au calorifère, et non à la sécheresse de l'air, qui est plutôt agréable partout ailleurs. Jamais, dit-il, l'homme n'éprouve un plus grand sentiment d'activité que quand il respire un air frais dans une atmosphère sèche et que la température du milieu ne lui enlève pas plus de 101 calories par heure. Or, ces conditions ne se réalisent que par l'entière utilisation de la chaleur rayonnante. Plus nous nous éloignons des procédés de la nature, qui nous chauffe par la chaleur rayonnante du soleil, moins nous nous rapprochons des exigences de l'hygiène.

Mais c'est surtout en France que, depuis plus de dix ans, Émile Trélat mène la campagne contre le calorifère, avec autant d'énergie que de talent. Il a fait des prosélytes parmi des ingénieurs du plus grand mérite et, déjà, l'application de ses principes se rencontre heureusement dans des installations officielles. Le ministère de l'Instruction publique les a formellement adoptés pour le chauffage de ses nouveaux établissements. Nous nous sommes associé à ces efforts, selon la portée modeste de nos moyens, dès la première édition de ce livre et, comme on peut le voir, nous n'avons pas varié d'opinion depuis lors.

Rapports du chauffage avec la ventilation. — Ces principes nouveaux (ou renouvelés des anciens, car les Romains chauffaient les parois) ont entraîné une façon également nouvelle d'envisager les rapports du chauffage avec la ventilation. A vrai dire, ils suppriment presque ces rapports, que l'on croyait nécessaires.

Il est clair qu'il ne faut d'abord pas ventiler avec l'air chargé de véhiculer le calorique, puisque cet air est surchauffé, sali, désagréable, appauvri. Les poumons germaniques s'y habituent et on lui passe quelque chose parce qu'il pénètre le corps de chaleur; en France, on s'en plaint dans les habitations collectives et dans les demeures privées, bien que beaucoup le conservent et y prennent l'anémie.

Il se présente, d'ailleurs, dans ce système, des incidents qui réduisent beaucoup la valeur des chiffres de mètres cubes de ventilation indiqués par l'anémomètre. Supposons une ventilation par l'appel énergique d'une haute cheminée, qui extrait l'air vicié, et un calorifère échauffant l'air de remplacement qui doit pénétrer dans des salles; le calcul de l'air fourni a été fait, par exemple, pour une température extérieure de 6°, que la ventilation par l'air chaud élève à 16 ou 18 degrés; mais, que le froid augmente, il faudra, ou bien chauffer l'air plus énergiquement, ce qui est déplorable, ou augmenter le débit d'air chaud et par conséquent l'énergie de l'appel, ce qui, outre le travail supplémentaire de ventilation et l'augmentation de dépense, conduira à une vitesse de l'air introduit trop considérable pour que le déplacement se fasse bien et qu'un renouvellement efficace soit obtenu. « On ne peut ni diminuer ni augmenter à volonté le chauffage, sans corriger dans le même sens la ventilation, et réciproquement. » (Em. Trélat.)

Il vaudrait pourtant mieux encore, si l'on conserve ce mauvais procédé, *ventiler avec beaucoup d'air modérément chaud* que faire le contraire. Ventiler par de l'air très chaud, dit A. Bouvet, c'est réduire l'apport réel d'air neuf et déterminer la sursaturation hygrométrique dans les salles. L'air introduit ne doit pas dépasser de plus de 10 ou 15 degrés la température qu'on veut maintenir à l'intérieur. En outre, il est utile de fournir le sup-

plément de chauffage et de ventilation par des foyers à feu nu, comme à l'hôpital de la Charité de Lille, où l'on a pratiqué dans chaque salle, y compris celles qui sont ventilées à l'air chaud, des cheminées princières où brûlent des blocs de houille. Elles nous ont paru très efficaces, tant pour le complément de chauffage que pour l'aide qu'elles prêtent à la ventilation; il n'y a pas d'odeur dans les salles; seulement, il est probable que le rôle de l'air chauffé introduit l'emporte notablement sur celui de la cheminée, car, en hiver, lorsque le calorifère fonctionne, on perçoit encore, en entrant, la désagréable sensation de l'enveloppement par l'air chaud.

Il est presque puéril de répéter que, partout où la ventilation est subordonnée ou simplement liée au chauffage, elle en subit les fluctuations et qu'il faut chercher autre chose pendant la saison où le chauffage chôme entièrement. Il est vrai que cette saison est l'été et que, si l'on n'a rien de plus, on peut recourir à l'ouverture totale ou partielle des fenêtres, qui est excellente.

Cela ne veut pas dire, loin de là, qu'il faut condamner les appareils chauffant par rayonnement et qui, néanmoins, ayant leur ouverture dans la pièce habitée, appellent et *évacuent* plus ou moins de l'air intérieur, sans compter celui qui alimente leur combustion. Cela ne condamne pas davantage les foyers que l'on installe tout exprès pour aspirer de l'air qui est immédiatement évacué. *Ces appareils ne modifient pas l'air entrant;* tout est là, ils sont donc salubres, au moins à cet important égard. Les cheminées, les poêles simples à large ouverture et même ceux des poêles à double enveloppe dont l'enveloppe extérieure n'a d'autre but que de tempérer l'ardeur du rayonnement, sont dans ce cas.

Il n'en est plus de même des poêles-ventilateurs, à double enveloppe, avec un espace intermédiaire dans lequel est appelé l'air du dehors, pour y être chauffé et déversé dans la pièce; non plus que des cheminées Belmas, Douglas-Galton, qui opèrent de la même manière. Ces appareils modifient l'air entrant, un peu moins que les chambres de chauffe centrales, parce que le trajet est plus court, le passage plus rapide et que tout l'air de renouvellement ne passe pas là; mais ils agissent dans le même sens; il ne sont même là que pour cela. Ce sont, eux aussi, des *calorifères*, c'est-à-dire des porteurs de calories sur les ailes de l'air. Le principe de Péclet était, en effet, que « l'air doit d'abord cheminer au contact des enveloppes chaudes du foyer ». Nous croyons qu'on ferait aussi bien de fermer la gaine d'amenée des cheminées Douglas-Galton et de prolonger par en haut celle qui versait l'air chaud dans l'appartement; la bouche de chaleur servirait d'issue à l'air vicié. *Le chauffage peut aider la ventilation, quand il se borne à provoquer la sortie de l'air intérieur.*

Ém. Trélat voudrait que jamais nos artifices de construction ou d'appareils n'agissent sur l'air que pour le faire entrer chez nous tel qu'il est à l'extérieur, et pour lui permettre de remplacer l'air qui a servi. On assurerait ce but pour lui-même et pour lui seul, sans le subordonner à rien d'autre. Quant au chauffage, le problème à résoudre lui semble consister à le produire aussi séparément, fût-ce à l'aide de la chaleur rayonnante; le point difficile est de le produire d'une façon

économique, en s'arrangeant de telle sorte que le rayonnement ne soit pas absolument en ligne droite; qu'il n'incommode pas immédiatement les personnes placées à proximité du foyer, mais que la meilleure part du calorique, passant en courbe autour d'elles, aille s'emmagasiner dans l'enveloppe, meubles et parois, pour être rendue successivement aux corps des individus.

Il va sans dire que la solution dans ce sens devient plus ardue lorsqu'il s'agit d'habitation collective. Mais peut-être que les nouveaux procédés de bâtisse vont se prêter à la réalisation, sous ce rapport, d'un immense progrès. Nous avons vu que les murs en brique, à doubles parois, sont remarquablement salubres. Ne sera-t-il pas possible, un de ces jours, de faire pénétrer des tuyaux de vapeur surchauffée dans l'espace libre entre les deux pans de briques, et n'arrivera-t-on pas de cette façon à chauffer tout de suite, économiquement, les parois de nos chambres, fort longues à s'échauffer avec les foyers actuels ? Ce serait provoquer sciemment et par calcul ce rayonnement intérieur des parois, qui joue un rôle si positif. S'il le faut, on construira en plaques métalliques, en faïence, le côté de la paroi qui regarde la pièce, en épaississant l'autre suffisamment ou en la rendant mauvaise conductrice, pour éviter la déperdition de chaleur.

Les tuyaux d'eau chaude ou de vapeur courant au bas des murs et se multipliant par des inflexions, surtout au-dessous des fenêtres, qui commencent à se répandre en France ; les registres de tuyaux appliqués verticalement contre les murailles, rappelant un peu un jeu d'orgues, que nous avons vus dans quelques hôpitaux de Berlin, sont déjà une manière de donner aux parois une surface chaude. Si l'on place au-dessous du *ruban de chaleur* pariétal les mille petits orifices (plaques perforées) de ventilation qui conviennent, il est inévitable que l'air entrant s'y chauffe *par contact;* mais il ne fait que croiser les tuyaux et n'a pas le temps d'acquérir plus des 10 ou 12 degrés qui le rendent agréable à respirer.

En fait, Somasco a fait les murs de son habitation, à Creil, dans leur épaisseur totale, de deux parois, l'une intérieure, l'autre extérieure, et d'un vide entre les deux. Le chauffage s'opère dans ce vide par une circulation quelconque de calories, entretenue par de l'air, de l'eau ou de la vapeur (E. Trélat). Rien n'empêche, en effet, qu'on emploie l'air chaud à chauffer lui-même les parois et E. Trélat propose de l'appliquer au chauffage des *locaux occupés par intermittence;* on fait circuler dans la pièce, quand elle est vide d'habitants, de l'air à 88° qui chauffe les parois en quelques heures; on suspend le chauffage un peu avant l'arrivée des personnes qui doivent séjourner dans la salle.

Pour conclure : *Le chauffage peut être l'auxiliaire de la ventilation, mais ne doit jamais en être la condition ni le moyen. Le mieux est de rendre ces deux opérations indépendantes l'une de l'autre.*

Systèmes et appareils. — Il y a deux grandes divisions dans les systèmes de chauffage : le *chauffage local* et le *chauffage central.* Dans le premier, l'appareil générateur du calorique est installé dans le local même qu'il doit desservir; les appareils du second système sont au dehors, dans un local distinct, et desservent souvent plusieurs pièces à la fois.

Les uns et les autres peuvent chauffer par conduction (convection), c'est-à-dire par l'air chaud, ou par rayonnement. L'importance sanitaire étant

attachée au *mode* du chauffage avant que la considération de l'appareil entre en ligne de compte, la division en *chauffage local* et *chauffage central* est plutôt commode pour l'exposé que fondée sur des caractères hygiéniques.

Chauffage local. — Quelques tribus arriérées, les Lapons, dit-on, et les habitants du bas Danube, se contentent encore d'allumer un foyer au milieu d'une cabane, sans appareil et même sans cheminée; la fumée s'échappe par où elle peut, après avoir d'abord irrité les muqueuses oculaire et nasale et été quelque peu respirée. On pratique quelquefois un trou dans le toit. A vrai dire, ces malheureuses huttes à fumée (*Rauchhütten*) sont assez mal closes pour que l'air s'y introduise de toutes parts. Ce système a été longtemps celui des Grecs et des Romains, habitants de pays où le besoin d'un chauffage sérieux se fait rarement sentir. Au milieu de tous ses défauts énormes, il a le mérite de provenir d'un foyer central, rayonnant dans tous les sens, au lieu d'être contre un mur qui supprime nécessairement la moitié des rayons.

Braseros. — Ce mérite est également celui du *brasero*, que l'on conserve encore en Italie, dans le sud de la France, en Espagne et sur quelques points de l'Amérique. Là, on n'a guère besoin que de se réchauffer rapidement la superficie du corps, le visage et les mains ; comme il n'est pas nécessaire d'échauffer l'atmosphère de la pièce, le brasero n'est pas en permanence ; il comporte même l'ouverture de la porte et des fenêtres. Autrement, ce serait une cause de haute insalubrité, tant par la consommation d'air que par la production de gaz asphyxiants ou toxiques. Le roi d'Espagne Philippe III en est mort.

Ce qu'on brûle d'ordinaire dans les braseros, c'est du charbon de bois ou de la braise; l'un et l'autre épargnent aux habitants la fumée, mais consomment l'oxygène de l'air intérieur (1 kil. de charbon épuise, pour brûler, tout l'oxygène de 9 mètres cubes d'air). Toutefois, le réel danger vient de la production d'oxyde de carbone, qui a lieu avec le charbon en fragments beaucoup plus qu'avec la braise ou le charbon en poudre.

Cheminées. — Le trou dans le toit de la cabane, au-dessus du foyer allumé au milieu du sol de la pièce, est évidemment l'origine de la cheminée. On s'est même placé dans des conditions remarquablement bonnes, dès qu'on a allongé le toit en un cône percé au sommet, puisque ce cône devenait un réel ventilateur. Il est clair, d'ailleurs, que le foyer central rayonnant dans tous les sens et permettant aux hôtes de s'asseoir autour, était un bon moyen d'utiliser beaucoup de la chaleur produite.

On présume que c'est au onzième siècle qu'en France on établit le foyer contre un des murs de l'habitation; à cette époque, au moins, le fond du foyer était en demi-cercle, le foyer était surmonté d'une hotte conique aboutissant à un tuyau cylindrique, dont le demi-diamètre était en saillie sur le nu du mur intérieur, excellent moyen de profiter encore de la chaleur des gaz emportés dans le courant ascendant. Joly fait remarquer avec raison que c'est « *en haut* du foyer » qu'il y a le plus de chaleur. Actuellement, on applique ce principe dans les *chambres de combustion*, où les gaz à brûler sont maintenus très chauds, au-dessus du foyer, pendant toute la durée de la combustion. Un grand nombre de foyers dont le rendement était défectueux ont été améliorés rien qu'en abaissant leurs grilles et leur cendrier (Wazon).

L'architecte français Savot (1624) passe pour l'inventeur du principe de la *récupération de la chaleur* des foyers, au moyen de l'échauffement de l'air par contact, que Péclet devait reprendre avec tant de conviction. Un autre Français, Nicolas Gauger, avocat (1714), inventa la cheminée qui réalise à la fois les trois modes par lesquels un foyer peut donner de la chaleur : rayons directs, rayons réfléchis, échauffement de l'air par contact; ce que l'auteur appelait *transpiration*. Savot et Gauger avaient même eu l'idée de deux prises d'air extérieur, l'une pour faciliter la combustion et activer le tirage, l'autre pour renouveler l'air de la pièce d'une manière rationnelle. Ch. Joly estime que depuis lors aucun progrès notable n'a été fait dans le chauffage domestique et que les milliers de brevets pris dans ces derniers temps n'ont été que leurs idées reproduites sous d'autres formes. Ainsi la cheminée Belmas, dite aussi de Douglas-Galton.

Le mot *cheminée*, en France, s'applique également au foyer, au cadre en marbre ou d'autre matière qui le circonscrit, à la tablette même, et au tuyau de fumée. La langue allemande fait la distinction de l'appareil proprement dit (*Kamin*) et du tuyau d'évacuation des gaz et de la fumée (*Schornstein*). Nous tâcherons de ne pas laisser s'établir de confusion dans l'esprit du lecteur.

Une *cheminée* est essentiellement *un appareil dans lequel peut être allumé un foyer ouvert et surmonté d'un tuyau pour l'évacuation de la fumée et des gaz brûlés*. Un trop grand nombre d'architectes de nos maisons ont pris cette définition à la lettre et nous ont ménagé, sous apparence de cheminée, ce que Joly décrit en quelques lignes humoristiques : « de petites boîtes carrées en métal et en poterie avec deux ouvertures, l'une placée en avant pour y déposer du combustible, l'autre placée en haut, pour diriger sur le toit, par une cheminée qui fume, 95 pour 100 de ce combustible. Elles ont pour effet d'envoyer à l'extérieur l'air chaud de l'appartement et d'attirer à sa place, sous la forme la plus perfide, c'est-à-dire par des fentes et des courants resserrés, une grande quantité d'air froid, qui nous arrive de la manière la plus fâcheuse, par les pieds. Pour compléter l'appareil, nos pères y avaient ajouté un paravent pour gêner la circulation dans l'appartement. »

Dans leur plus grande simplicité, les cheminées ont deux avantages : 1° elles ne chauffent que par rayonnement, à l'aide d'une chaleur qui traverse l'air sans le modifier; les parois de la cheminée n'y changent rien, elles réfléchissent seulement d'une façon plus ou moins avantageuse le calorique produit par le foyer; 2° elles procurent aux hôtes de la pièce la vue réjouissante du feu, l'agréable sensation d'une chaleur vive sur les parties nues, que l'on prend à la dose qu'on veut par un simple déplacement, sans être enveloppé par une atmosphère tiède et énervante.

Par contre, on leur reproche, ainsi qu'on l'a vu dans le réquisitoire sommaire cité plus haut, 1° de ne chauffer que les individus rapprochés du foyer et que la face antérieure de leur corps; 2° de perdre la proportion de beaucoup la plus grande du calorique, au moins 90 pour 100, de telle sorte que la cheminée consomme cinq fois autant qu'un poêle ordinaire pour produire le même effet; 3° d'attirer les courants d'air, particulièrement sur les pieds des personnes présentes; 4° de ne pas donner une chaleur durable, puisque le rayonnement ne s'exerce bien qu'autant que le feu

flambe ou que les braises sont ardentes; 5° de fumer au moindre vent.

On ne saurait dire que ces reproches ne soient pas fondés; mais quelques-uns d'entre eux peuvent être atténués, ou n'ont pas l'importance qu'on leur attribue, ou bien la circonstance incriminée porte avec elle sa compensation. Ainsi, la mauvaise économie est compensée par la supériorité des qualités de l'air; l'intermittence du chauffage est plus conforme aux allures naturelles de la thermalité atmosphérique que la continuité; il n'est pas absolument exact que le rayonnement des foyers ne chauffe que la face antérieure des personnes rapprochées de la cheminée; car les parois de la pièce s'échauffent aussi et rendent du calorique aux individus, même après que le chauffage a cessé. Quant aux courants des fissures et aux cheminées qui fument, il n'est pas extrêmement difficile de parer aux uns en ménageant des orifices réguliers d'accès de l'air, d'améliorer les autres par une construction rationnelle ou des correctifs peu compliqués; sans compter que le premier perfectionnement est déjà une garantie d'un meilleur tirage.

Les cheminées fument pour plusieurs raisons, déjà indiquées en partie par Franklin, dont la première est précisément qu'il entre dans la pièce un volume d'air moindre que celui qui s'élève dans la cheminée. Le remède est tout indiqué : diminuer le calibre de la cheminée ou établir des orifices d'accès d'une surface suffisamment large. La seconde raison réside dans la température trop faible de l'air dans la cheminée; Ch. Joly fait remarquer que, dans les foyers carrés, il s'introduit par les angles de l'air froid qui ne peut servir qu'à refroidir les gaz de combustion ; il faut donc obliger l'air qui entre à arriver sur le combustible et non au-dessus, l'échauffer même au préalable en l'introduisant par dessous l'âtre. Pour cela, on arrondit les angles du foyer, on le rétrécit même latéralement et supérieurement; dans l'urgence, on abaisse un tablier qui empêche l'air de pénétrer par en haut. La troisième cause provient de la trop faible hauteur du tuyau ; l'inégalité de densité de la colonne intérieure et de l'extérieure n'est pas assez prononcée; le remède est l'exhaussement du tuyau.

La quatrième et la cinquième cause ne dépendent pas de la construction à proprement parler des cheminées ou des foyers.

La quatrième résulte de l'action de plusieurs foyers les uns sur les autres, lorsqu'ils sont placés dans des appartements communicants et mal ventilés. On fait, par exemple, du feu dans un seul; l'air extérieur pénètre par les autres cheminées; si tous sont allumés, celui dont le tirage est le plus fort l'emporte sur les autres et détermine un retour de la fumée dans ceux-ci. Dans ces circonstances et toutes celles du même genre, le remède est de donner à chaque pièce une ventilation suffisante.

La cinquième consiste dans la communication de plusieurs tuyaux de cheminée les uns avec les autres. Le fait est réalisé dans la construction des « *tuyaux unitaires* » d'Allard et Mousseron, qui réunit dans une gaine unique à large section ($0^m,93$ pour six cheminées) toutes les cheminées d'une maison et même de plusieurs maisons. Les choses marcheraient bien si toutes les cheminées brûlaient à la fois d'un feu égal et énergique ; mais l'on conçoit qu'avec l'inégalité de température de l'une à l'autre, qui est le fait le plus commun, il se produit une insuffisance du tirage et des courants renversés. C'est ce qui a fait abandonner à Paris ce système essayé il y a une quinzaine d'années.

La sixième cause qui fait fumer les cheminées réside dans l'action du soleil et des vents directs ou réfléchis. On y pare au moyen des capes à vent décrites plus haut (page 578).

Enfin une dernière cause est spéciale aux cheminées ventilatrices, combinant le chauffage par l'air chaud avec le rayonnement, et aux calorifères. Quand il y a autour ou au-dessous d'un foyer un espace dans lequel l'air à déverser dans la pièce doit s'échauffer, si la communication n'est pas rigoureusement interdite entre cet espace et le tuyau de fumée, il peut se faire que l'air échauffé soit aspiré dans celui-ci ou qu'inversement les gaz brûlés soient attirés dans l'espace de chauffe, selon l'intensité relative des appels. Le premier cas n'a que l'inconvénient d'une perte de combustible; il se présente avec les grands calorifères à puissant tirage, quand les joints des tuyaux et gaines ne sont pas tout à fait étanches. Mais, dans les cheminées ventilatrices et les poêles ventilateurs, il peut arriver que la vitesse d'écoulement de l'air brûlé soit très faible, par étroitesse du tuyau ou ventilation insuffisante, et que la vitesse d'écoulement de l'air échauffé soit plus grande; le second cas se présentera, si les joints ne sont pas absolument étanches, et le grave inconvénient de la pénétration de gaz asphyxiants dans la pièce habitée aura lieu. La cause du mal indique suffisamment le moyen d'y obvier.

Malgré les objurgations des physiciens et des calculateurs qui ne visent qu'à l'économie, on ne remplacera pas les cheminées en France par le chauffage « triste et peu salubre » (Ch. Joly) des peuples du Nord. Ce serait un véritable malheur pour l'hygiène, et il n'est pas sûr que l'art et le confort n'y perdent également; la cheminée est un meuble et peut être une œuvre de goût. Il y a donc toutes sortes de bonnes raisons pour chercher à lui donner toutes les améliorations dont elle est susceptible.

Envisageons d'abord la perte de combustible. L'ouverture d'une cheminée ordinaire, à foyer carré, accolée à la muraille, laisse arriver dans l'appartement à peu près le quart de toute la chaleur rayonnnée par le combustible. Mais déjà cette chaleur rayonnée n'est que le quart de la chaleur dégagée par le bois, la moitié pour la houille et le coke. La chaleur *utilisée* n'est donc que de 6 p. 100 (bois) à 12 p. 100 de toute la chaleur produite.

Les dispositions prises par les divers constructeurs pour obvier à l'excessive dépense de combustible se résument en : 1° celles qui ont pour but de rendre le rayonnement plus étendu et plus efficace; 2° celles qui le complètent par l'air chauffé à l'aide du foyer et de son tuyau de fumée.

Pour atteindre à la première condition, Joly conseille d'arrondir les angles du foyer, d'incliner en avant le bord supérieur de la paroi du fond, de manière à supprimer les rayons qui se dirigent inutilement en haut, et surtout de faire entrer par-dessous le foyer l'air d'alimentation du feu, préalablement chauffé par sa circulation dans l'appartement. On était arrivé autrement à obtenir des effets de chauffage plus accentués, à l'aide « des cheminées à la prussienne » ou cheminées-poêles, qui combinent le foyer ouvert au poêle, le rayonnement lumineux au rayonnement sombre. En Angleterre, où le bon marché de la houille et les habitudes nationales font conserver la cheminée et la grille à charbon, on s'est efforcé d'aider au pouvoir rayonnant par des surfaces polies, en même temps qu'on

alimente le foyer par-dessous. La figure 130 montre un des perfectionnements appliqués à la grille classique.

Un moyen tout indiqué, c'est d'avancer notablement la cheminée dans la pièce, comme le faisaient nos pères. Rumford, en 1796, appliqua cette idée à la cheminée qui porte son nom et dont les principes sont les suivants : le passage de l'âtre à la cheminée n'a que 12 à 17 centimètres d'ouverture, pour diminuer le tirage et rendre la combustion plus complète. La largeur de la paroi postérieure est égale à la profondeur du foyer et elle ne représente que le tiers de l'ouverture du chambranle ; les parois latérales forment avec ce dernier un angle de 45°, pour réfléchir vers l'intérieur de l'appartement la chaleur qui, dans les foyers carrés, s'échappe par la cheminée. La grille est reportée le plus possible en avant, mais elle se trouve encore sous le tuyau de fumée. Les parois sont composées de matériaux mauvais conducteurs et revêtues de carreaux émaillés. Il ne manque à ce système que d'assurer un orifice d'entrée à l'air; il ventile *par extraction*, et le reproche qu'on lui fait de ne pas introduire d'air chaud est précisément son mérite. Bronzac a rendu le foyer mobile et susceptible d'être avancé ou reculé dans la pièce.

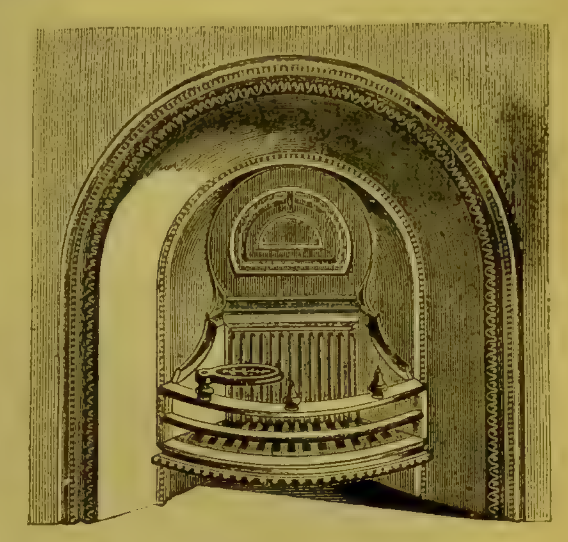


Fig. 130. — *Grille.*

Franklin (1745) avait imaginé de disposer comme une S couchée le tuyau d'évacuation des gaz ; dans la première anse se trouvait une gaine verticale avec une bouche de chaleur à sa partie supérieure et communiquant avec une prise d'air extérieure; c'est déjà un essai d'introduction méthodique d'air chaud; mais la seconde anse et la dernière branche verticale de l'S chauffaient seulement la paroi enveloppante de la cheminée. En 1793, le marquis de Montalembert répéta d'une façon plus expresse et plus exclusive cet échauffement d'une maçonnerie par le tuyau de fumée replié plusieurs fois sur lui-même. Il semble que le résultat dût être cet emmagasinement de chaleur dans la paroi et ce rayonnement obscur, mais très doux, d'un mur chauffé, en briques ou en pierres, que l'on ne saurait qu'approuver et qui est justement un des mérites et une compensation du chauffage par les cheminées.

Les cheminées modernes visent toutes à ajouter au foyer ouvert le chauffage de l'air par contact et la combinaison de la ventilation avec le chauffage. Cet effet, d'ailleurs regrettable, est obtenu par l'enveloppement du foyer et du tuyau de fumée dans une deuxième gaine où vient s'ouvrir le canal, pratiqué sous le plancher, qui prend l'air à l'extérieur ; l'air, échauffé par contact, se déverse dans l'appartement à une certaine hauteur et revient encore chaud, après avoir servi à la respiration, alimenter le foyer. « La section des ventouses, dit Joly, doit être combinée de telle sorte que l'air neuf introduit fasse équilibre à l'air ascendant de

la cheminée. » Or, dans les pièces ordinaires, pour faire passer 100 mètres cubes par kilogramme de bois brûlé, il faut une ouverture circulaire de 3,5 à 4,5 déci-

Fig. 131. — *Cheminée* (système V.-Ch. Joly). *Élévation.*

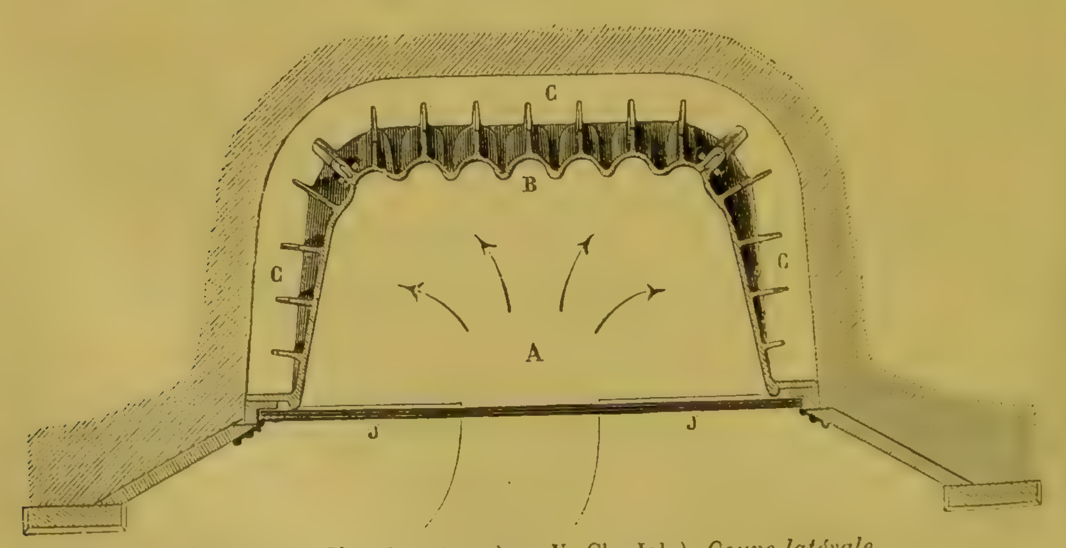


Fig. 132. — *Cheminée* (système V. Ch.-Joly). *Coupe latérale.*

mètres carrés au tuyau de cheminée ; 7 décim. carrés au plus, tant qu'on veut le faire en poterie. Si l'on admet que la cheminée brûle 2 kilogrammes à l'heure, et

évacue 200 mètres cubes, il est évident que ce volume d'air ne peut passer aisément et sans vitesse exagérée par une ventouse de $0^{m},20$ sur $0^{m},10$, comme on en fait souvent, avec cette circonstance aggravante que la grille qu'il faut placer à l'ouverture rétrécit de moitié l'orifice réel. Avec une ventouse de $0^{m},30$ sur $0^{m},20$ et une vitesse de 1 mètre à la seconde, il passe par heure $0^{mq},06 \times 1$ mètre $\times 3600''$ $= 216$ mètr. cubes.

On s'y est pris de différentes façons pour assurer et étendre le contact de l'air à chauffer avec les surfaces chauffées par le foyer. Tantôt on a donné au tuyau de fumée des inflexions multiples; tantôt on fait passer l'air extérieur dans un ensemble de tubes situés en plein foyer, verticaux (Leras, 1855) ou recourbés ou encore inclinés; cette dernière disposition caractérise la cheminée Fondet, naguère en vogue, et à laquelle on reproche aujourd'hui de carboniser l'air et de ne pas ventiler suffisamment; tantôt on établit une véritable chambre de chauffe au-dessus du foyer, et l'on arme la surface de chauffe (métallique), de *nervures*, qui ont le double avantage de multiplier cette surface et d'empêcher le métal de rougir. Ces deux dernières dispositions, avec quelques autres, avantageuses aussi, distinguent la cheminée Joly (fig. 131).

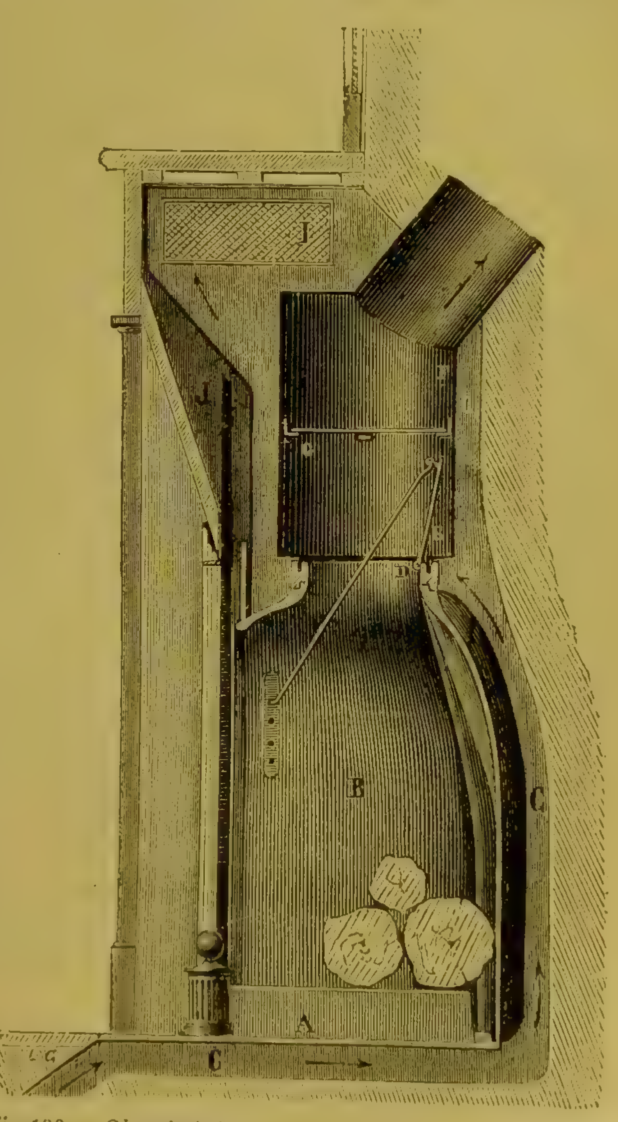


Fig. 133. — *Cheminée* (système V.-Ch. Joly). *Coupe du foyer.*

« Le foyer Joly (fig. 131 à 133) se compose d'une enveloppe en fonte occupant les trois faces de l'âtre et ayant en section horizontale la forme d'un trapèze dont les angles sont arrondis; les trois faces se réunissent à la partie supérieure, en se rétrécissant et y réservant un orifice rectangulaire pour le départ de la fumée. Cet orifice communique soit directement à la cheminée, soit à un coffre ou tambour supérieur muni de chicanes mobiles destinées à former une surface de chauffe utilisable, représentée en coupe dans la figure 131. La partie supérieure du coffre en fonte formant le foyer proprement dit est munie de cannelures destinées à augmenter la surface de chauffe, et la partie extérieure de la coquille est munie de

nervures qui non seulement augmentent la surface de chauffe, mais encore ont l'avantage d'abaisser la température de la surface de chauffe en contact avec l'air neuf. Le conduit d'air neuf établi dans le plancher est de large section et débouche dans la partie qui entoure la coquille (en fonte). L'appareil est muni d'une trappe mobile qui permet de régler le tirage. » (Péclet-Hudelo.) Il est d'ailleurs facile à installer, à déplacer et à ramoner.

Ce genre de cheminée n'a pas seulement reçu les éloges de son inventeur, mais ceux des hommes les plus compétents. La cheminée Wazon paraît aussi construite d'une façon rationnelle. L'inventeur a fait partir le conduit *récupérateur*, unique, d'une seule ouverture pratiquée *au bas* du dossier de la grille du foyer découvert; cette disposition oblige les gaz brûlants et la fumée à passer sur le combustible en ignition et rend la cheminée *fumivore;* l'effet utile serait de 75 p. 100. La première partie est entourée par le tuyau de cheminée ordinaire, pour prévenir le dégagement d'oxyde de carbone au contact de la fonte rougie. Un agencement ingénieux du coffrage d'air pur et un jeu de soupape se réglant par de simples tours de clefs permettent : 1° de chauffer la pièce sans ventilation; 2° de régler instantanément le volume et la température de l'air entrant; 3° de régler instantanément le volume et le sens d'extraction, par en haut ou par en bas, de l'air vicié. Un détail nous inquiète; c'est précisément le règlement des soupapes, dont l'opportunité et le sens sont abandonnés aux hôtes des appartements. Mais la cheminée Wazon permet de ne chauffer que très peu ou point du tout l'air entrant; c'est une supériorité que la cheminée Joly n'atteint pas au même degré.

Nous ne reviendrons pas sur les *cheminées ventilatrices* dont il a été question, page 581.

Poêles simples. — Ce sont des appareils que l'on peut aisément établir dans un point central des pièces à chauffer. On les fait en tôle, en fonte, en faïence ou en briques. Ils chauffent par rayonnement obscur, mais pour une part aussi par contact et convection, car l'air s'échauffe en passant à la surface du poêle allumé, s'élève par diminution de densité, s'étend horizontalement et redescend le long des parois de la pièce.

Les poêles en métal s'échauffent vite, à un haut degré, et se refroidissent de même; les poêles en faïence s'échauffent lentement, mais conservent longtemps le calorique emmaganisé. D'où l'indication de chauffer lentement et d'une façon continue les premiers, tandis qu'il est bon que la combustion soit vive dans les seconds, et précède l'arrivée des habitants dans la pièce.

Les poêles en métal refroidissent plus la fumée que les poêles en faïence ou en maçonnerie, parce que les métaux conduisent mieux la chaleur; aussi les poêles en terre cuite doivent-ils avoir plus de volume et plus de surface de chauffe que les premiers.

Les poêles en briques ou en faïence chauffent davantage par rayonnement; les autres par contact.

Les poêles de céramique à parois minces cèdent, par heure et par mètre carré de surface de chauffe, 1000 à 1500 calories; moins, quand leurs parois sont épaisses. Les poêles métalliques donnent 1500 à 2,500 calories par heure et par mètre carré. La présenee d'ailettes augmente le rendement de 600 à 1000 calories (Putzeys).

Il est probable que les poêles les plus anciens ont été faits en briques, comme on les voit encore dans le Schwarzwald (c'est le vieux *Kachelofen* des Allemands),

ou même en plaques de grès ; il en existe encore de ceux-ci à l'hôpital des fous du canton de Zurich. Le poêle de faïence est évidemment un raffinement moderne ; on le modifie d'ailleurs de plus en plus en lui enlevant sa tournure massive et son épaisseur pour y substituer un appareil plus dégagé, à parois minces. Très salubres en ce qu'ils ne modifient pas sensiblement l'air des appartements, ces divers poêles céramiques ou en maçonnerie sont de grands consommateurs de bois.

Les poêles de tôle ou de fonte, très répandus aujourd'hui, sont peu couteux, mais beaucoup moins inoffensifs que les précédents. C'est le chauffage des pauvres, et cette circonstance justifie l'intérêt que Coulier lui portait. Il se trouve, d'ailleurs, fort heureusement, que certaines graves accusations que les poêles de fonte avaient encourues sont mal fondées. Nous avons dit (p. 613), ce qu'il en est de la *dessiccation de l'air* et comment on y remédie. Nous pensons, d'ailleurs, que les poêles dessécheraient infiniment peu s'ils étaient secondés par la ventilation ; si, par exemple, on leur donnait une large ouverture de foyer et que l'on mit une gaine *d'évacuation* autour de leur tuyau, en assurant d'autre part l'entrée d'air frais. Quant aux dangers dont ces poêles menaceraient leurs clients par l'oxyde de carbone, ils paraissent s'être évanouis.

Les poêles de fonte, à une température élevée, permettent l'issue de l'oxyde de carbone (par porosité) dans la pièce et peut-être même sa production à la faveur du charbon contenu dans le métal. Le fait que la fonte rougie devient perméable à l'oxyde de carbone, signalé en 1865 par Carret (de Chambéry), puis par Sainte-Claire Deville et Troost, confirmé par Morin, Urbain, Gréhant, n'est pas contestable. La réalité de sa production dans les parois mêmes est indiquée par cette observation de Péclet qu'un enduit de plombagine augmente la quantité de CO dans l'atmosphère intérieure. Pour l'hygiène, la question est de savoir si cet accident se produit fréquemment et dans des proportions assez larges pour être une cause de danger ; c'est ce que Coulier révoquait en doute. Les expériences de Gruber lui ont donné raison (voy. p. 615). A moins d'accidents, le chauffage ne met pas d'oxyde de carbone dans l'air des appartements ou n'en met pas assez pour qu'il soit dangereux. Ceci, toutefois, n'est pas applicable aux *poêles mobiles*, dont il va être question.

L'*anémie* des gens chauffés au poêle de fonte pourrait provenir de l'insuffisante ventilation plutôt que de l'oxyde de carbone.

La production de CO peut être évitée en ne portant pas au rouge le poêle de fonte ou en construisant des poêles en tôle, ce qui est médiocre si l'on n'a pas recours à la double paroi, ou mieux, en doublant le métal, à l'intérieur du foyer, de pierres ou de briques *réfractaires*.

Les poêles métalliques carbonisent les poussières organiques de l'air qui passe au contact de leurs parois. C'est encore un fait certain et auquel il n'est pas téméraire de rapporter une part de la mauvaise odeur de l'atmosphère dans les appartements ainsi chauffés. Wiel et Gnehm recommandent de faire le poêle plus haut que large pour éluder la précipitation des poussières, tandis que Wolpert le voudrait plus large que haut, attendu que le chauffage tend toujours trop à se faire sentir vers la tête plutôt que sur les pieds des humains. Il est probable que les mouvements de l'air amèneront les poussières, même au poêle de haute taille. Nous préférons

les moyens appropriés à modérér l'échauffement des parois métalliques et surtout l'auxiliaire d'une bonne ventilation.

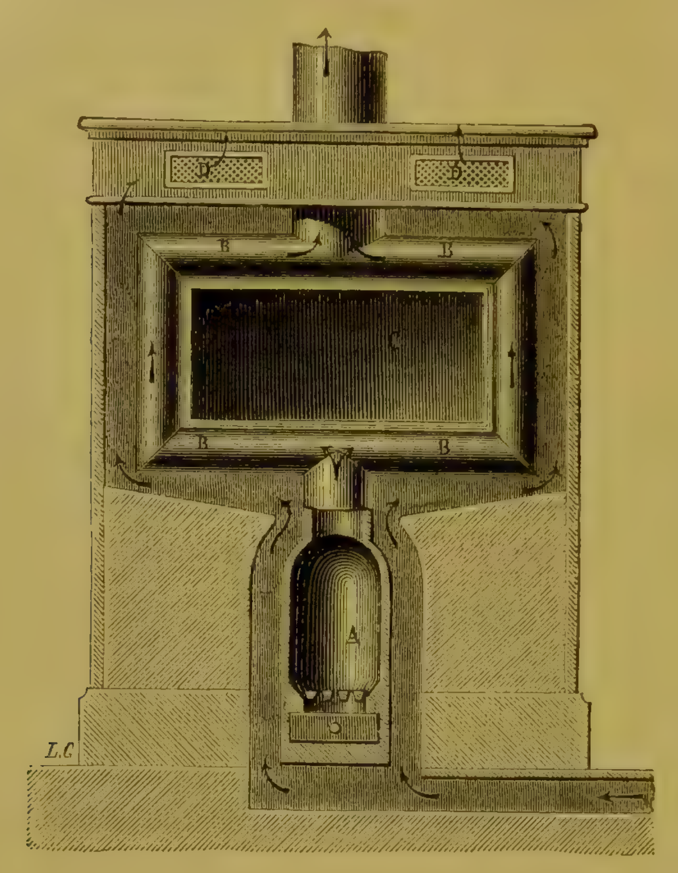


Fig. 134. — *Poêle parisien pour salle à manger.*

En France, on use dans quelques salles à manger, de poêles en briques et fonte, dont la forme est d'ordinaire celle de la figure 134. Le foyer est entouré de tuyaux de fonte qui s'ouvrent en bas à la base du poêle et en haut dans une cage en briques, où se réunit l'air chauffé dans les tuyaux pour s'échapper par des bouches de chaleur.



Fig. 135. — *Calorifère français.*

En donnant des inflexions diverses au tuyau de circulation des gaz brûlés, en leur faisant parcourir un certain espace dans l'appartement, on réalise des types variés de poêles qui donnent une fraction plus ou moins grande de la somme possible d'effet utile. L'usage de registres et de clefs permet de modifier l'activité de la combustion selon le besoin. Ces registres doivent être *en avant* du foyer.

Le poêle, dit *calorifère français*, de la maison Geneste-Herscher, a pour but d'atténuer l'intensité du rayonnement, de pourvoir à la siccité de l'air et d'emmagasiner de la chaleur. Il est muni (fig. 135) d'un foyer garni de terre réfractaire, qui empêche la fonte de rougir au voisinage du feu. Ce foyer repose sur un socle formant cendrier et portant un vase annulaire qu'on peut remplir d'eau. Il est surmonté de plusieurs bagues annulaires en fonte, munies de nervures verticales qui multiplient la surface de chauffe.

Cet appareil peut se placer dans l'appartement ou au-dessous et être revêtu d'une double enveloppe avec prise d'air extérieure, ce qui le fait rentrer dans la catégorie dont nous parlerons plus loin et dont le modèle figure 134 est déjà lui-même une ébauche.

Wolpert, qui décidément ne partage pas l'affection générale parmi ses compatriotes pour le chauffage à l'air chaud, a construit un « poêle à chambre de rayonnement » (*Strahlenraumofen*), à enveloppe, comme les autres, mais disposé de façon à utiliser le plus complètement possible le rayonnement de chaleur fourni par le coke que l'on y brûle. On le fait d'ailleurs aussi sans enveloppe.

Poêles mobiles. — Nous comprenons sous ce titre toute une classe de dangereux appareils, *calorifère Phénix*, *calorifère Mousseron*, *poêle Américain*, *poêle Choubersk*i, portatifs, sans tuyau ou munis d'un tuyau très court, destiné à être mis en communication avec une cheminée, mais dont le tirage reste nul si la cheminée elle-même tire mal, soit par défaut de construction, soit parce que la température reste basse dans son intérieur.

Le poêle américain consiste en un cylindre à double enveloppe, dont l'intérieur est occupé par une colonne de coke en petits fragments et dont l'autre partie, qui communique par le haut avec la première, laisse redescendre les gaz provenant de la combustion jusqu'à un tuyau de sortie, fixé assez bas dans les flancs du poêle et mis en communication avec une cheminée ordinaire d'appartement. Le cylindre se charge par la partie haute et est ensuite bouché au moyen d'un couvercle pesant qui s'enfonce dans une rainure de sable fin. On allume le poêle en plaçant dans le conduit, à la base de la colonne de coke, une pelle remplie de charbon de bois incandescent (E. Boutmy). Dans ces conditions, le tirage est assez faible pour que le coke brûle très lentement; s'il était fort, le poêle deviendrait rouge. Mais justement, ce faible tirage, qui fait l'économie de l'appareil, assure une combustion incomplète du coke et le retour de CO^2 produit à l'état d'oxyde de carbone. Au sortir du tuyau du poêle américain, selon Boutmy, les gaz sont :

	Volume
Oxyde de carbone	16,7050
Acide carbonique	9,3400
— sulfureux	0,0004
Azote, hydrogène, vapeur d'eau	73,9546
Total	100,0000

L'oxyde de carbone peut refluer dans l'appartement si, pour une raison ou pour une autre, il y a refoulement des gaz dans la cheminée. Il s'échappe même par la rainure du couvercle, si la couche de sable n'est plus suffisamment épaisse. C'est là un engin dangereux qui a déjà fait des victimes, quelques-unes éclatantes, ainsi qu'il résulte des communications de Le Roy de Méricourt, Lagneau, E.-R. Perrin, Mathelin, à la *Société de médecine publique*, de celle de Henry de Boyer, etc. Le *Conseil d'hygiène de la Seine* a rédigé (1880) une *Instruction sur le mode de chauffage des habitations,* dans laquelle sont particulièrement visés les poêles mobiles. Nous eussions préféré la réprobation pure et simple. Peut-être subissons-nous le contrecoup de nos habitudes flamandes, avec le chauffage généreux au feu flambant de charbon de terre; le fait est que, quand nous descendons, en hiver, chez quelqu'un de nos amis à Paris, nous sommes frappé de l'air lugubre que donne à une chambre cet appareil économique et sans regard, et que l'atmosphère de la pièce nous semble lourde et énervante. Les Parisiens, sans doute, sont faits à cet air fade et à l'anémie.

Les recherches de Vallin ont montré que la température des locaux chauffés au

poêle mobile est exagérée, 18 à 19° dans une chambre dont la porte était entre-bâillée de 20 centimètres. D'autre part, « dans un poêle mobile du modèle ordinaire, le tirage ne fait arriver au foyer, que 4 mètres cubes d'air par kilogramme de coke brûlé, alors que cette quantité de combustible exige au moins 9 mètres cubes d'air pour que tout le carbone soit transformé en acide carbonique. Il n'est donc pas étonnant que l'on trouve dans le tuyau de fumée une quantité énorme (16 p. 100) d'*oxyde de carbone* ». Il ne l'est pas davantage que l'air de la pièce soit fade et lourd; le poêle en évacue à peine.

Godefroy (de Versailles), a proposé d'ajouter au poêle mobile un second tuyau qui introduirait assez largement l'air de la cheminée dans l'appareil pour y provoquer du tirage. Nous ne croyons pas que ce perfectionnement se soit répandu. Il ne peut même pas l'être; car il mettrait le poêle constamment en *grande marche*, c'est-à-dire qu'il le ferait rougir et surtout diminuerait l'économie de combustible qui est son seul mérite.

Poêles à double enveloppe. — Ils ont tout d'abord pour but d'amoindrir l'intensité du rayonnement. On remplit quelquefois de sable l'espace intermédiaire aux deux parois. Mais l'on s'est aperçu que le plus sûr moyen d'atténuer le rayonnement est d'introduire dans les parois du poêle, entre deux enveloppes, de l'air en mouvement; de là à utiliser cet air, échauffé par contact, pour le chauffage même et pour la ventilation, il n'y avait qu'un pas à franchir.


Fig. 136. — *Poêle de Meidinger.*

Le poêle de Walker réalisait avantageusement la conception du poêle à double enveloppe, sans chauffage par déversement d'air chaud. L'air extérieur n'est dirigé que sur le foyer; seulement les gaz brûlés circulaient entre le cône à charbon et l'enveloppe de tôle, avant de s'échapper. Le poêle de Meidinger, au contraire, fait passer de l'air entre les deux enveloppes pour le rendre à la pièce à chauffer. Cet appareil, qui a été construit pour une expédition polaire, a servi de point de départ aux nombreux modèles de poêles à double paroi (*Mantelöfen*) qui existent aujourd'hui en Allemagne.

« Il se compose essentiellement (fig. 136) d'un cylindre en fonte dont la surface est munie de nervures, d'un socle en fonte et d'un double manteau en tôle. Le cylindre central est composé de plusieurs anneaux dont l'inférieur repose sur une plaque de fer et présente le col obliquement ascendant. A son entrée, le col, destiné à conduire l'air au foyer, possède une porte de réglage fermant hermétiquement. L'anneau cylindrique supérieur reçoit le tuyau de fumée; il est fermé par un couvercle dont une moitié, comme la partie correspondante du couvercle du manteau, peut être relevée pour le chargement. Le manteau intérieur ne répond pas à toute la hauteur du poêle; il a pour but de protéger contre la chaleur rayonnante du cylindre où s'opère la combustion. L'enveloppe extérieure entoure la totalité de ce cylindre. L'air de la chambre pénètre à travers les ouvertures du socle dans l'espace compris entre les deux enveloppes, s'échauffe et s'échappe en haut, par les orifices du couvercle qui termine le manteau extérieur. » (Putzeys.) C'est donc là un appareil de *circulation*, chauffant toujours le même air, par conséquent inférieur encore aux poêles Péclet.

On peut y brûler du coke ou de l'anthracite. Dans le modèle de la figure 137, également fabriqué à Kaiserslautern, on peut brûler toute sorte de combustible. Le principe et le fonctionnement de cet appareil sont les mêmes que ceux du précédent, sauf qu'on le charge par le corridor et non par la chambre même. Il répond à la catégorie des poêles qu'on appelle, en Allemagne, *Schachtöfen* ou *Schüröfen*, et qui se

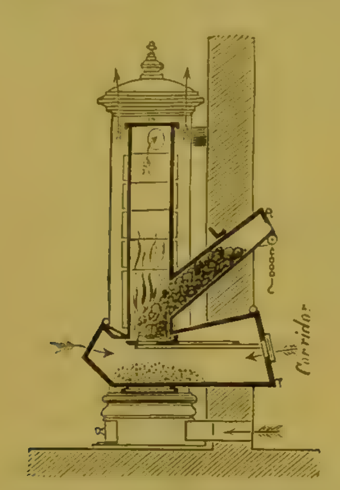


Fig. 137. — *Poêle d'appartement.*

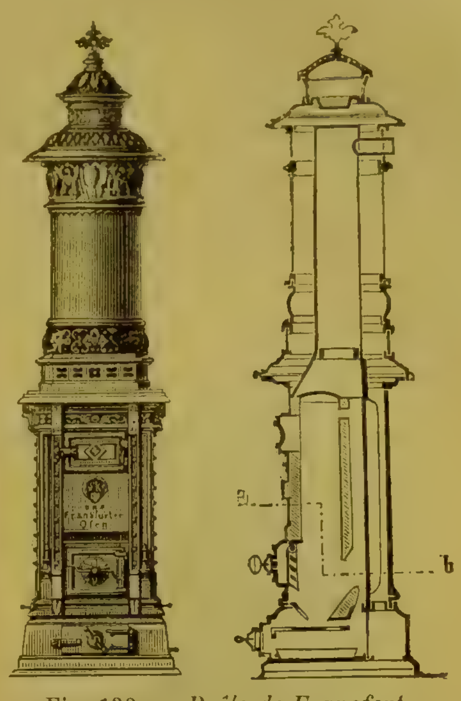


Fig. 138. — *Poêle de Francfort.*

chargent par une ouverture latérale; tandis que le premier (*Füllöfen*) se charge par la partie supérieure.

Le *poêle du Palatinat* possède deux cols de chargement; quand on n'a pas besoin d'un feu continu, on ne se sert que de celui d'en bas; le réglage se fait par la porte du cendrier. Dans le *poêle* de Francfort (fig. 138), les gaz de la combustion ne traversent pas le combustible, mais se dirigent en bas, au-dessus de la grille, dans un canal de chaleur où ils se mélangent avec de l'air déjà chaud. L'air de la chambre ou l'air extérieur pénètre latéralement et en bas dans le manteau et, arrivant échauffé à la partie supérieure, se disperse dans la pièce. Le poêle de Schmœlcke se distingue par une grande puissance de chauffage et de ventilation. Quelques autres poêles s'intitulent plus particulièrement *poêles calorifères*, à cause de la continuité de leur action. Ainsi, le *poêle calorifère* Musgrave (de Belfast), qui se charge par en haut et peut durer 24 heures. La construction de ce poêle est telle que les gaz de la fumée abandonnent la plus grande partie de leur chaleur dans une chambre chauffante sur laquelle passe, d'ailleurs, l'air entrant pour être déversé chaud dans la pièce.

On voyait, à l'Exposition de Berlin de 1883, beaucoup de ces poêles et d'autres encore, auxquels K. Hartmann reproche de s'être trop préoccupés des ornements extérieurs en fer, en céramique, au risque d'oublier que le poêle est un instrument de physique et d'hygiène. Parmi eux, les *poêles Lönholdt*, quoique très élégants, ont paru mériter une mention honorable. Ils se chargent par en haut; le manteau est excentrique au cylindre intérieur; l'air d'alimentation de la combustion s'échauffe avant d'arriver au foyer; l'appareil introduit l'air extérieur, le chauffe et le verse à l'appartement, mais évacue aussi l'air vicié dans une gaine avec valve en mica, qui le dirige dans la cheminée.

En dehors du soin très légitime de diminuer l'intensité parfois incom-

mode, au moins pour quelques habitants des pièces, du rayonnement des poêles, on voit que le but de ces diverses constructions est toujours le même : récupérer la chaleur que les gaz de fumée emportent d'ordinaire et l'utiliser à chauffer l'air de ventilation. La première moitié de ce double effort est absolument légitime; l'autre a été jugée par ce que nous avons dit de la ventilation et du chauffage à l'air chaud.

Nous ne croyons pas devoir insister beaucoup sur l'application de principes qui ne sont pas les nôtres. Cependant nous indiquerons encore des réalisations françaises qui paraissent plus réussies, et où l'on sent déjà le besoin de changer entièrement d'inspiration, comme en sont probablement persuadés les ingénieurs eux-mêmes qui ont, dans ce temps-là, cédé aux habitudes régnantes.

La figure 139 représente un poêle métallique, à nervures extérieures, avec enveloppe et large passage à l'air de renouvellement. Un double vase plein d'eau, placé

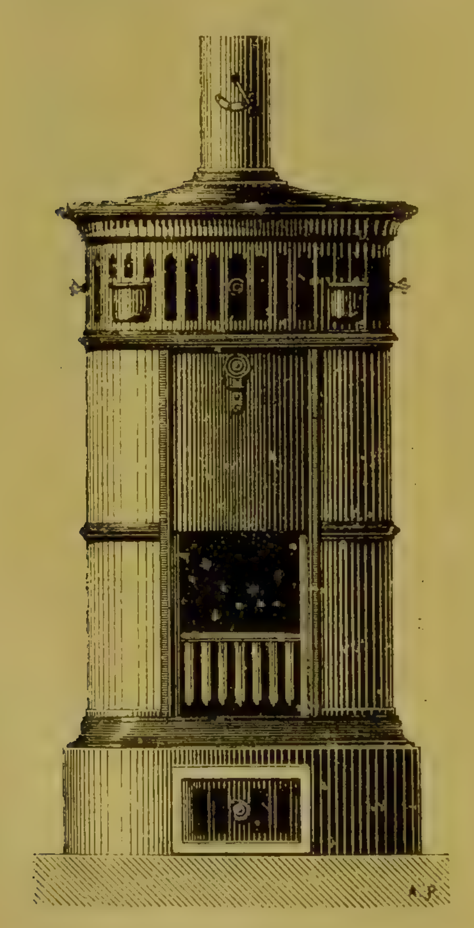


Fig. 139. — *Poêle à circulation d'air* (Geneste-Herscher).

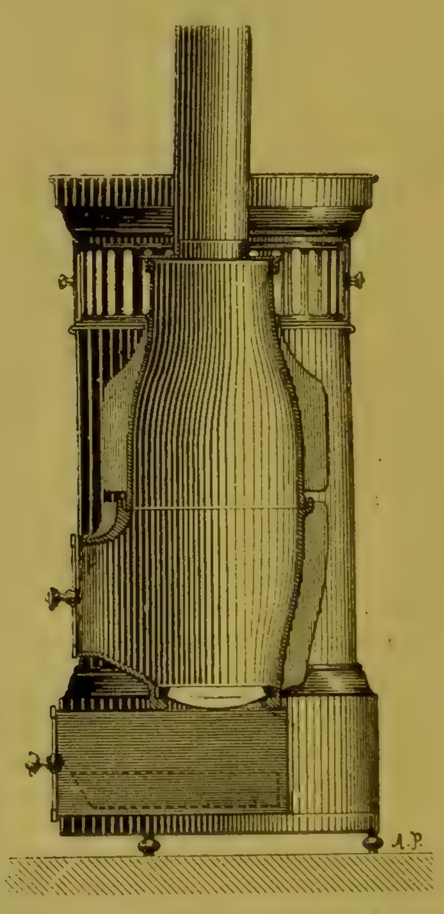


Fig. 140. — *Poêle céramique à foyer apparent* (Geneste-Herscher).

sur le parcours de cet air, des orifices d'émission munis de fermetures mobiles et d'une porte de cendrier, réglant à volonté l'intensité de la combustion, complètent, dit Putzeys, cet appareil portatif, simple, commode lorsqu'on veut chauffer promptement, mais qui est de l'ancienne époque.

L'appareil de la figure 140 est un *poêle calorifère*. Il se distingue par ceci, que

l'air chauffé, en traversant le poêle, est en contact avec des surfaces métalliques lisses et étanches, protégées contre l'action directe du foyer et des gaz chauds par des parois réfractaires. En outre, le foyer peut être ouvert et rayonnant à volonté, ce qui est le meilleur caractère de ce poêle.

Le Dr Wiel a choisi l'ouverture latérale (*Schürofen*), comme rendant le service du poêle plus facile, pour celui qui porte son nom et qui se distingue par la présence, dans le cylindre qui continue le foyer, de cloisons horizontales incomplètes, destinées à ralentir l'ascension des gaz brûlés. Cette disposition augmente l'effet utile de la combustion.

Le *calorifère à anthracite* de F. Hurez a pour but d'utiliser, même dans les appartements privés, ce combustible très riche (carbone 87 à 94 p. 100), mais gênant pour l'usage en ce qu'il nécessite un apport très généreux d'oxygène dans sa combustion, et que l'anthracite, sous l'influence de la chaleur, décrépite et se transforme en une poussière qui éteint les foyers. Le problème paraît avoir été résolu par l'inventeur. Des calorifères d'appartement, chargés par en haut de 11 à 12 kilogr. d'anthracite, se maintiennent chauds pendant 12 heures et portent de 5° à 15° 252 mètres cubes d'air par heure (Arnoux).

Ce poêle est à double enveloppe, comme le montre la figure 141, et chauffe par l'air de ventilation. Les flèches indiquent suffisamment le sens de son parcours.

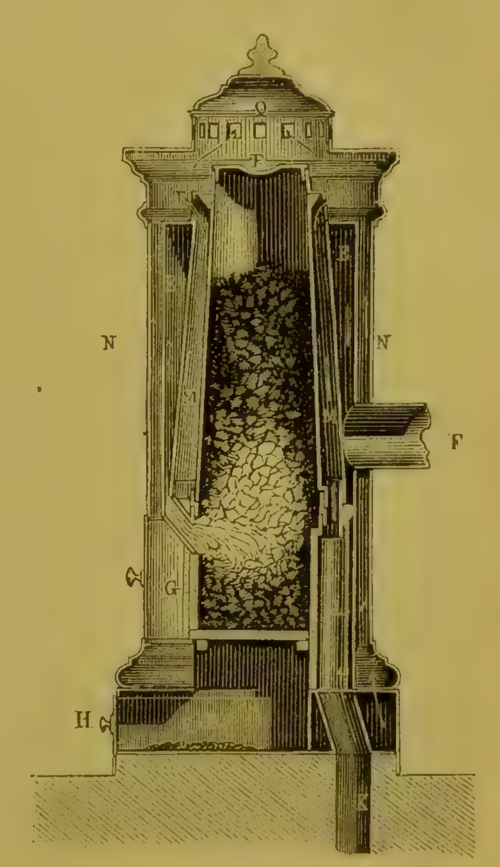


Fig. 141. — *Calorifère de Hurez.*

Les poêles en général, mais surtout ceux qui se chargent par en haut et qui pourraient atteindre une température insupportable, ont besoin de *régulateurs* de la combustion, ou plutôt de l'accès de l'air du foyer. Ces régulateurs sont des registres à coulisse ou des soupapes à charnière que les habitants manient eux-mêmes, ou qui se ferment automatiquement quand le poêle atteint à un certain degré de chaleur. Il est évident que la fermeture arbitraire est bien préférable à l'occlusion automatique, puisque l'intensité du chauffage doit être réglée sur celle du froid et que c'est la température de la pièce, non celle du poêle, qu'il convient de maintenir à un degré déterminé.

Autant les régulateurs en amont du foyer sont louables, autant ceux en aval, c'est-à-dire au-dessus du foyer, sont à condamner. A la faveur d'imprudences ou d'oublis peu évitables, ces soupapes sont l'occasion d'asphyxies. En quatre ans, de 1867 à 1870, il y eut de ce fait 170 cas d'empoisonnement, dont 45 mortels, dans l'armée prusienne (Roth et Lex). On cite beaucoup d'observations semblables. Poltschick a conseillé les soupapes perforées qu'emploient souvent les constructeurs. Coulier préfère la sup-

pression de toute soupape. La situation vaut la peine qu'on prenne des garanties radicales.

Poêles à gaz. — Le gaz-lumière, brûlant dans l'intérieur d'un appartement, est un réel moyen de chauffage; il est même économique lorsqu'il fournit l'éclairage en même temps. Avec les becs ordinaires, la combustion est assez complète pour qu'il n'y ait pas d'oxyde de carbone produit; Gréhant a d'ailleurs démontré que celui du gaz est l'élément qui brûle le mieux, avec une alimentation d'air suffisante. Péclet estime qu'il faut introduire 33^{mc},6 d'air neuf par chaque mètre cube de gaz brûlé (1 kilogr. de gaz produisant 2 kil. 057 d'acide carbonique et 2 kil. 043 d'eau). Ce chauffage serait avantageux dans le cas où il faudrait échauffer très rapidement l'air d'un espace fermé, ou encore quand le chauffage est très intermittent. Si l'on veut s'en servir dans des foyers ouverts ordinaires, on économise le nettoyage des tuyaux, mais comme on ne peut alors laisser arriver un grand afflux d'air au foyer, sous peine de perdre la meilleure part de la chaleur produite, la vapeur d'eau se condense sur les parois de ces tuyaux et ne tarde pas à ruisseler. Le chauffage au gaz est toujours cher et crée le danger d'asphyxie ou d'explosions terribles.

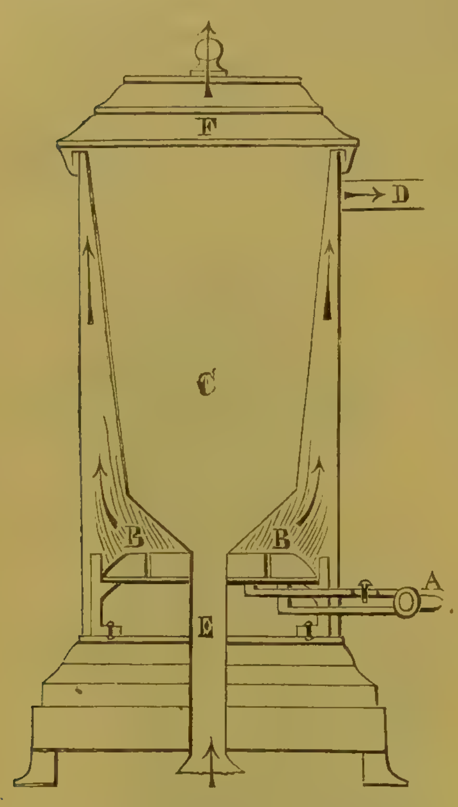


Fig. 142. — *Appareil Vanderkelen pour le chauffage au gaz* (*).

Vanderkelen a présenté au Congrès d'hygiène de Bruxelles (1876) un appareil de chauffage au gaz, qui a paru à du Mesnil ne dégager ni odeur ni humidité et dont la figure 142 (coupe) indique aisément le fonctionnement.

L'inventeur a cru devoir, à l'époque, faire de son appareil un calorifère. Mais il est certain que l'on pourrait tirer un tout autre parti de ces poêles; les utiliser pour l'évacuation active de l'air intérieur et ne leur demander de chauffer que par un rayonnement cenvenablement atténué. Les poêles à gaz de Cox et de Bond ne semblent pas avoir essayé de résoudre le problème.

Le *poêle à gaz ventilateur* de Sée, à Lille, a ses parois traversées de tubes obliques, versant l'air chaud, mais active en même temps l'ascension de l'air vicié dans une gaine d'évacuation.

Appréciation générale. — La plupart de ces appareils se sont efforcés de réunir la ventilation au chauffage et d'obtenir celui-ci par l'air chaud,

(*) A est le tuyau d'alimentation du gaz, qui brûle en B avec mélange d'air et chauffe même presque au rouge le cône C. Les produits nuisibles de la combustion s'échappent par D dans la cheminée. Par le canal E s'introduit l'air, soit par l'appartement, soit du dehors; l'air chauffé dans la chambre C s'échappe en F.

à l'exclusion plus ou moins complète du rayonnement. C'est-à-dire qu'ils poursuivent l'inverse de ce que nous avons posé en principe. A notre avis, les plus tolérables de tous ces poêles sont ceux qui agissent le moins sur l'air introduit et ne le chauffent qu'à la température à laquelle il cesse d'être désagréable par l'excès de froid ; qui ne ventilent que par extraction et qui chauffent surtout par rayonnement, en imposant à l'intensité de ce phénomène les limites convenables pour qu'il ne soit pas gênant. Les plus mauvais sont les poêles *à circulation*, qui font toujours repasser le même air dans la gaine de chauffe et par les poumons. Dans ces conditions, le poêle à la fois économique et salubre est encore, comme on voit, un objet rare.

Chauffage central. — Le chauffage central se fait par l'air chaud, l'eau chaude ou la vapeur. C'est un procédé scientifique et exigeant plus de connaissances de la part des constructeurs que n'en ont d'habitude les poêliers fumistes. Mais, pour cette raison même, sa réalisation hygiénique est des plus délicates; il est permis aux médecins d'être en ceci d'autant plus attentifs que le fonctionnement des appareils s'écarte davantage des procédés naturels. Une belle machine est flatteuse pour le génie humain, mais peut n'en être pas moins insalubre.

Chauffage central par l'air chaud. — Il est obtenu au moyen des *calorifères* vrais, installés à distance des appartements ou locaux à chauffer. Ces calorifères se composent : 1° d'une prise d'air extérieur; 2° d'un foyer; 3° de tuyaux de fumée plus ou moins contournés et multipliés; 4° d'une enveloppe entourant la « chambre de chaleur »; 5° enfin de conduites d'air chaud partant de la partie supérieure de l'appareil. Dans la pièce à chauffer, il y a ou il n'y a pas (mais cela devrait y être) un moyen d'appel pour faciliter l'arrivée de l'air neuf (Ch. Joly) et l'évacuation de l'air vicié.

Les calorifères sont en usage chez les Chinois de temps immémorial sous le nom de « Kangs » et l'étaient chez les Romains (*hypocaustum*). Mais il est à remarquer que les hypocaustes échauffaient non l'air introduit dans la pièce, mais le plancher, qui était en pierres et sous lequel passaient les flammes. C'est précisément l'emmagasinement de chaleur dans les parois auquel on voudrait revenir aujourd'hui, comme plus hygiénique que tout autre procédé. On a retrouvé l'hypocauste à la « carrière du Roi, » dans la forêt de Compiègne, et dans l'abbaye de Saint-Gall, qui date du neuvième siècle.

Les hygiénistes allemands et russes estiment les calorifères à air chaud, pour diverses raisons générales, mais probablement aussi pour la puissance calorifique de ces appareils, précieux à cet égard dans les pays froids, d'une installation et d'un entretien faciles et réellement économiques.

Il est superflu de redire les inconvénients du chauffage par l'air chaud ; ils sont les mêmes avec le chauffage central qu'avec le chauffage local. Nous décrirons cependant un certain nombre d'appareils qui ont appliqué ce principe, mais en faisant remarquer surtout les points qui révèlent de la part des constructeurs l'intention d'atténuer quelqu'un des défauts du système et principalement celui de surchauffer l'air.

Quoi qu'il en soit de la salubrité de ce mode de chauffage, il est soumis à de certaines règles que Wolffhügel, Putzeys, et d'autres ont tracées. Les canaux de transmission doivent être, le plus possible, verticaux, à parois internes lisses (poterie vernissée), pour éviter les frottements et les poussières. Il faut au moins un canal pour chaque pièce à chauffer ; la chambre de chauffe elle-même gagnerait à être subdivisée. On protège ces canaux contre le refroidissement en les englobant de maçonnerie, quelquefois avec un matelas d'air immédiatement autour d'eux.

La vitesse de l'air chaud ne doit pas dépasser 1m,80 à 2 mètres par seconde. Wiel et Gnehm proposent de placer les orifices d'entrée de l'air chaud à mi-hauteur de la muraille, en vue de répartir plus également le calorique dans la pièce. Les Putzeys conseillent de les ouvrir vers le bas des murs, la sortie de l'air vicié étant vers le haut. Nous partageons cet

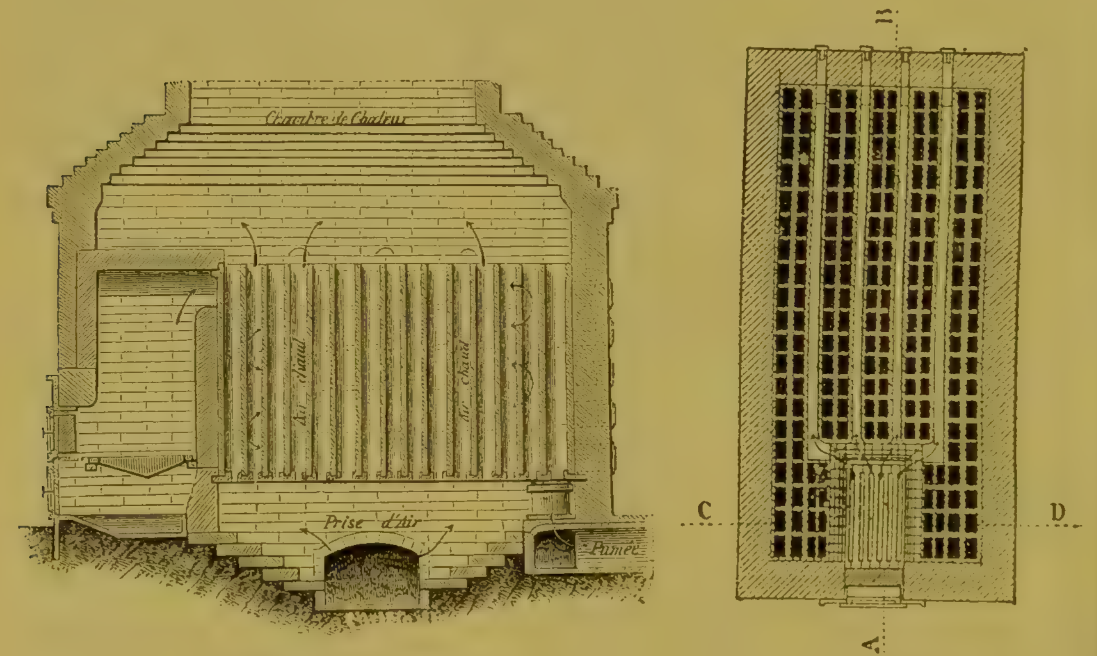


Fig. 143. — *Calorifère Gaillard et Haillot. Coupe.*

Fig. 144. — *Calorifère Gaillard et Haillot. Plan.*

avis ; mais, en outre, il nous semblerait fort utile, dussent l'économie et les mathématiques en souffrir, de remplacer les grandes ventouses d'entrée ou de sortie, uniques ou au moins rares, par des orifices très petits, multipliés et disséminés à l'infini, au moyen de treillages, de plaques perforées, de coffrages criblés, etc.

Le *calorifère de Gaillard et Haillot* (fig. 143 et 144) est construit pour utiliser au mieux toute la chaleur produite et atténuer l'échauffement de l'air, tant par l'étendue des surfaces de chauffe que par la nature des matériaux qui fournissent le *calorique* de contact.

Un large foyer vertical envoie la fumée et les gaz brûlés dans des gaines horizontales séparées par des cloisons incomplètes où ils circulent de haut en bas, obligés de progresser en serpentant par la disposition alternante des attaches des cloisons,

jusqu'à ce qu'ils gagnent le canal de fumée, qu'on voit à droite et en bas de la figure de gauche. Ce foyer est en briques réfractaires; les cloisons en briques. L'air extérieur arrive sous le calorifère par la chambre inférieure et s'élève dans les séparations verticales des cloisons horizontales. Ces séparations sont construites en briques creuses réfractaires, posées debout de manière que les joints verticaux d'une assise correspondent aux pleins de la suivante; elles forment donc une vaste série de conduits verticaux dans lesquels l'air peut s'échauffer sans altération, grâce à la nature des matériaux. — L'appareil est d'un nettoyage facile et conserve bien la chaleur; il utilise moyennement les 85 centièmes de la chaleur produite

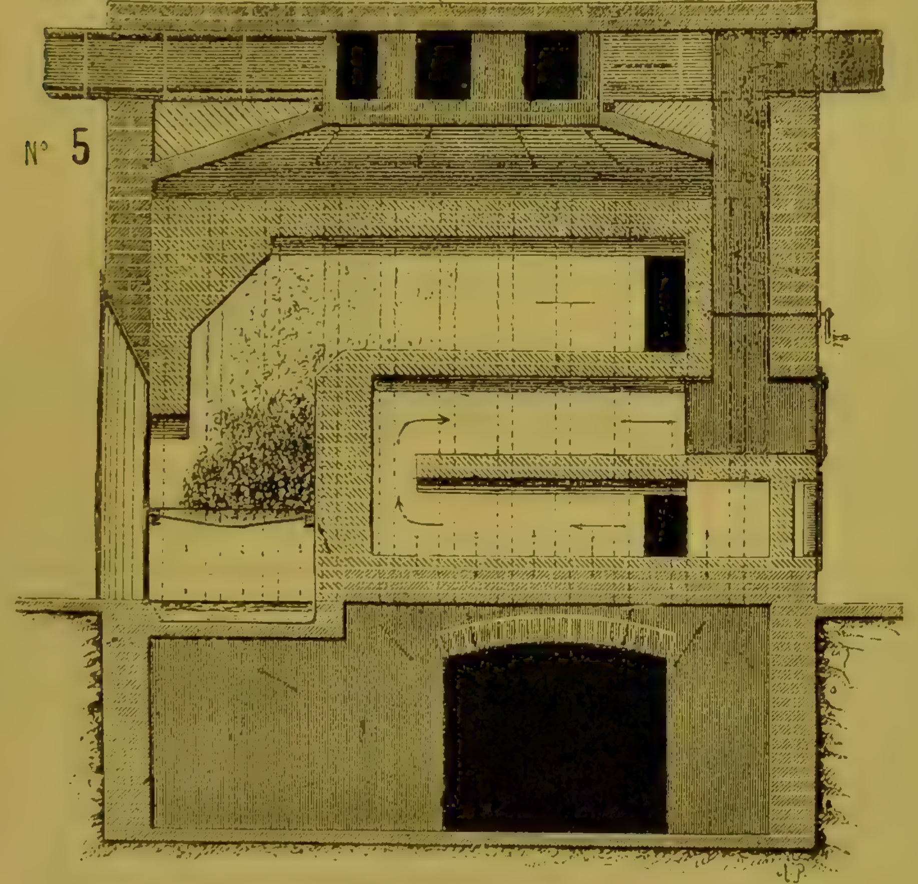


Fig. 145. — *Calorifère céramique* de Geneste-Herscher.

(H. Tresca). Une seule chose est à craindre dans son emploi, c'est qu'il ne fournisse de l'air chauffé à près de 80°, comme cela a eu lieu dans les épreuves dont il a été l'objet.

D'après le baron de Derschau, les calorifères *céramiques* prennent une certaine extension en Russie, dans les habitations collectives. C'est le meilleur moyen de conserver le chauffage à l'air chaud en s'abritant de l'altération que peuvent lui faire subir les surfaces de chauffe.

Les ingénieurs Geneste et Herscher ont également présenté, à l'Exposition d'hygiène de Londres (1884), le dessin d'un *calorifère céramique* (fig. 145) à parois lisses. Le but poursuivi est la température modérée et la propreté de l'air.

L'usine de Kaiserslautern avait envoyé à l'Exposition de Berlin (1883) le modèle ci-après (fig. 146), qui est en métal et laisse les gaz se rendre dans la cheminée par le plus court chemin, mais obtient néanmoins leur utilisation presque complète au moyen des *côtes* ou nervures de rayonnement dont la surface de chauffe est pourvue. On peut y brûler tout combustible; mais la disposition du col de chargement est telle que le combustible qu'on vient d'y placer est sur une grande épaisseur et se transforme en coke avant de glisser sur la grille où brûlent les gaz de cette distillation au-dessus d'une mince couche de combustible ardent. Le foyer est enchâssé dans un mur, qui l'empêche de rougir; il se nettoie par l'extérieur. La

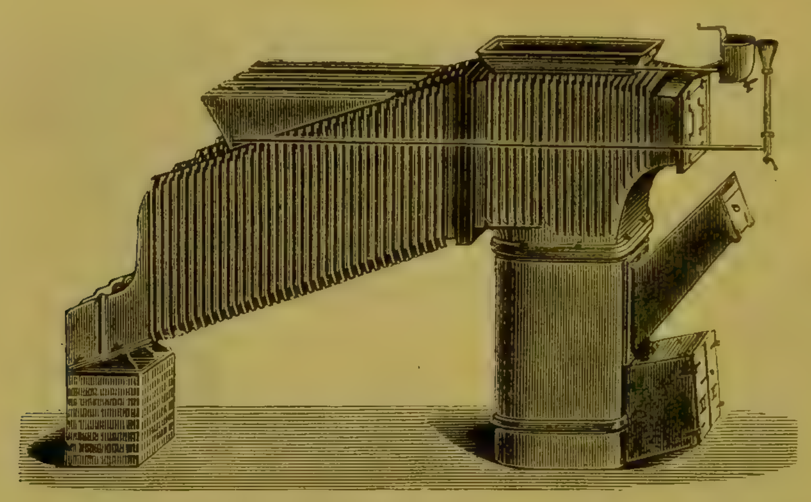


Fig. 146. — *Fourneau à ouverture latérale pour chauffage central* (usine de Kaiserslautern).

chambre de chauffe, en maçonnerie, entoure l'appareil; l'air extérieur y arrive par dessous, s'élève et pénètre par la voûte dans des canaux qui le conduisent dans les locaux à chauffer. On a annexé à l'appareil des vases remplis d'eau, dont l'évaporation humecte l'air; comme on le voit dans la figure, un tube qui relie entre eux ces vases porte, à l'une de ses extrémités, un indicateur de niveau que l'on peut surveiller de l'extérieur, de manière à régler l'évaporation sur les besoins accusés par l'hygromètre.

Le *calorifère avec foyer à étages*, de Michel Perret, est merveilleusement compris pour économiser le combustible; mais nous sommes moins convaincu qu'il laisse à l'air envoyé dans les pièces ses propriétés naturelles. Putzeys, qui le décrit amplement, assure que la chaleur en est « agréable ».

Il ne nous paraît pas irrationnel, bien que l'appareil soit dans le local même qui en bénéficie, de rattacher au chauffage central par circulation d'air le dispositif excellent, réalisé par Geneste et Herscher en faveur des écoles de Paris et qui, d'un point de la salle, conduit à la périphérie la chaleur portée par l'air de la combustion et par les gaz qui en résultent. Nous en empruntons la description aux Putzeys. « Un foyer distinct, construit en matériaux réfractaires, dégageant peu de chaleur, est installé dans chaque salle. Les produits de la combustion traversent un tuyau en fonte, horizontal, muni de nombreuses nervures et s'étendant sur toute la longueur de la paroi la plus refroidissante, c'est-à-dire en contre-bas des fenêtres, pour s'élever ensuite dans un conduit vertical, établi dans l'axe d'une gaine réservée pour l'évacuation de l'air vicié. L'air pur, amené directement de l'extérieur, arrive en abondance dans un coffrage métallique ajouré qui enveloppe

la surface de chauffe, passe sur des vases à eau, se charge d'humidité et pénètre enfin dans la salle sur toute la longueur du soubassement. Ainsi disposée, la surface de chauffe permet de combattre l'action du courant d'air froid qui descend le long des parois vitrées et assure en outre l'entrée de grands volumes d'air pur modérément chauffé. » Voilà un calorifère auquel l'hygiène n'a rien à reprendre.

On construit encore des *calorifères à eau* et des *calorifères à vapeur*, dans lesquels le foyer est remplacé par des tuyaux où circule de la vapeur ou de l'eau chaude. Ces tuyaux sont enfermés dans une *chambre de chauffe* à laquelle arrive l'air extérieur, pour en repartir, une fois chauffé, par des gaines de distribution aux locaux, comme précédemment (systèmes d'Hamelincourt, Savalle, Price, Libert).

Chauffage à l'eau chaude. — L'eau est capable, grâce à sa densité et à sa haute chaleur spécifique, d'emmagasiner du calorique qu'elle pourra ensuite céder à l'air. Ainsi, 1 kil. d'eau, en se refroidissant de 100° à 20°, abandonne 80 calories qui peuvent échauffer de 10 degrés $8 \times 4 = 32$ kil. d'air $= 24^{mc},61$ (Péclet), la chaleur spécifique de l'air n'étant que le quart de celle de l'eau. Telle est la base des systèmes de caléfaction par l'eau.

L'application du procédé paraît remonter loin ; les Romains et les Orientaux chauffaient leurs bains par circulation ; en 1675, Evely, en Angleterre, trouvait le chauffage des serres par le *thermosiphon;* Bonnemain (1777), en France, utilisait la circulation d'eau chaude pour les incubations artificielles.

Étant donnés deux vases communicants, remplis d'eau, si l'on chauffe l'un des deux, l'eau s'y dilatant (de $\frac{1}{2200}$ pour 1 degré d'élévation de température), il y aura tendance à l'établissement d'un courant de l'eau chaude à la surface vers l'eau froide et de celle-ci dans les couches inférieures vers l'eau chaude. En pratique, on établit une *circulation* parfaitement nette en faisant communiquer les deux vases par en haut et par en bas, en disposant le premier de façon qu'il s'échauffe le plus facilement et le second de manière que le refroidissement y soit au maximum, et en donnant à chacun d'eux une hauteur notable pour rendre plus sensible l'inégalité de densité des deux colonnes.

Il y a trois modes suivant lesquels on emploie l'eau chaude au chauffage : sans pression, avec pression faible, à haute pression.

Dans tous les systèmes, il y a une *chaudière*, un *tuyau d'ascension*, un *vase d'expansion*, des *tuyaux de distribution*, souvent des *poêles à eau*, une *conduite de retour*.

Les appareils *sans pression* (ou à basse pression) n'élèvent pas l'eau au-dessus de 100°, puisqu'elle est chauffée à l'air libre. Le vase d'expansion est ouvert et placé à l'étage le plus élevé des locaux à chauffer. Les tuyaux de distribution partent de la partie supérieure du tuyau d'ascension, immédiatement au-dessous du vase d'expansion ; on peut aussi faire parcourir chaque étage par un embranchement qui se détache du tronc principal et se dirige ensuite vers la chaudière, où il pénètre isolément ou après s'être réuni à d'autres. Dans ce cas, des dispositions sont prises pour que le courant soit obligé de dévier de la verticale (Scholtz, Tomlinson, Putzeys).

Dans l'intérieur des locaux, le chauffage est obtenu par des poêles à eau, des registres, des tuyaux.

Les *poêles à eau* sont d'habitude formés de deux cylindres concentriques en tôle, dans l'intervalle desquels circule l'eau chaude; ils présentent ainsi deux surfaces de chauffe, une intérieure, l'autre extérieure. L'eau y pénètre par en haut. On fait déboucher l'air frais dans l'espace cylindrique intérieur, ou encore dans des tuyaux qui traversent le poêle. Celui-ci devient ainsi un calorifère à eau local. Dans les *poêles tubulaires*, la capacité intermédiaire aux deux enveloppes est remplacée par des tuyaux à eau.

« Les *registres* sont des tuyaux en fer forgé, horizontaux ou verticaux, réunis dans des caisses communes en fonte; on les applique contre les murs, dans des niches, ou dans les embrasures des fenêtres. Le réglage et la fermeture sont obtenus au moyen d'une clef à vis. Une grille soustrait le registre à la vue. » (Putzeys).

On se borne parfois à l'usage des *tuyaux* simplement protégés par une grille, et que l'on fait à ailettes (*batteries*), lorsqu'on veut leur donner plus d'efficacité. Les Putzeys conseillent avec raison de dissimuler les registres et les batteries dans les allèges des fenêtres, une grille ménagée dans les appuis permettant à l'air chaud de s'élever verticalement le long de la surface, et de neutraliser le courant descendant d'air froid qui tend à s'établir au niveau des fenêtres.

Sauf qu'il coûte un peu cher d'installation, le chauffage par circulation d'eau chaude est excellent, par le fait de l'intensité très faible du rayonnement (sombre) qu'il procure et par celui de son action très modérée sur l'air, qu'il ne surchauffe ni ne dessèche et dont il ne grille pas les poussières. Il n'y ajoute, d'ailleurs, ni gaz étrangers ni impuretés nouvelles, et il est très favorable à la propreté des locaux.

On a songé à utiliser pour le chauffage les eaux chaudes naturelles (Ch. Joly); il existe même des applications de cette idée. A Chaudesaigues (Cantal), les maisons particulières se chauffent avec des eaux qui jaillissent de terre à 90°; l'hôtel Péreire, à Amélie-les-Bains, fait de même, et Bouillard estime que 320 mètres cubes d'eau thermale par vingt-quatre heures suffiraient à entretenir à l'hôpital militaire de cette station une température de 14 à 16 degrés, sans rendre, d'ailleurs, cette eau impropre aux usages thérapeutiques.

Les appareils à *pression faible* échauffent l'air jusqu'à 120° (L. Duvoir) ou même 130°, par conséquent entraînent des pressions de 2 à 3 atmosphères. Le vase d'expansion renferme de l'air et de l'eau et, à la réunion du tuyau ascendant avec sa paroi inférieure, porte une double soupape : quand la pression est trop forte, la soupape supérieure laisse passer de l'eau dans le vase; quand elle s'abaisse, la soupape inférieure rend de l'eau à la conduite principale.

La figure 147 montre une réalisation du chauffage à eau chaude à petit volume et à pression faible, que Geneste-Herscher installent, sous le nom de *microsiphon*, dans les locaux dont l'importance n'est pas suffisante pour permettre l'usage de la

vapeur. On y voit la disposition des surfaces de chauffe (*Heizkörper* des Allemands) en tuyaux dans l'allège d'une fenêtre, protégées par une grille. La partie supérieure de la même fenêtre est munie de vitres perforées, pour la ventilation.

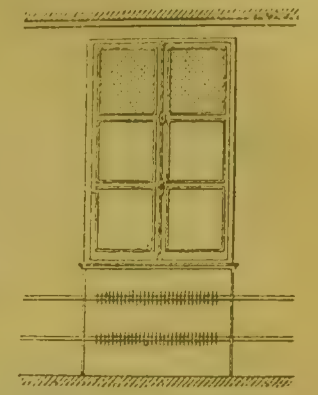


Fig. 147. — *Chauffage à eau chaude. Microsiphon* de Geneste-Herscher.

Le chauffage L. Duvoir-Leblanc (fig. 148), installé en un certain nombre d'édifices parisiens (Luxembourg, Conseil d'État, Préfecture de police, Conservatoire des Arts-et-Métiers, pavillons de gauche, laboratoire, etc.), est un type du genre. Il a été dans son temps l'objet d'une sorte d'engouement, principalement parce qu'il solidarisait la ventilation avec le chauffage, selon les erreurs d'alors. L'air nouveau, emprunté au dehors, courait dans des gaines en maçonnerie entourant les tuyaux de conduite d'eau, en sens contraire à la direction du courant de celle-ci (Malepeyre), de manière à s'échauffer de plus en plus à mesure qu'il avançait. Il était appelé dans la salle par les poêles à eau qui, eux-mêmes, comme il a été dit, sont des surfaces de chauffe.

Fig. 148. — *Calorifère à circulation d'eau chaude* (système Duvoir) (*).

Ces appareils ont les mérites du chauffage à circulation d'eau chaude et même

(*) A, chaudière à foyer intérieur; B, tuyau ascendant; E, vase d'expansion; G, tuyau descendant distribuant l'eau chaude dans les pièces à chauffer et la ramenant ensuite à la chaudière; H, Poêles d'eau chaude.

plus accentués, en ce sens qu'il leur faut moins d'eau, moins de tuyaux, et qu'ils coûtent moins cher. Ils n'exposent pas aux incendies, ni même aux fuites d'eau chaude par fissure ou rupture, si l'on a eu soin d'éprouver, au préalable, les tuyaux sous des pressions de quinze ou vingt atmosphères. Une rupture à la chaudière n'intéresse que la maçonnerie qui est autour d'elle. Le système gagnerait à ne plus être solidarisé avec la ventilation ; nous avons vu, il est vrai, que L. Duvoir ventile, en été, par un seul et énorme poêle à eau, situé dans les combles, et par appel. Il semble facile, d'ailleurs, de transformer les poêles à eau en registres ou en batteries, et de les reporter au bas des murailles.

Le type des appareils de chauffage à l'eau à *haute pression* est celui qui a été imaginé par l'Anglais Perkins (1830), perfectionné par Perkins et Bacon (1864), et qui peut porter l'eau jusqu'à 150 et 200 degrés (4 à 15 atmosphères). La circulation y a lieu dans des tuyaux en fer étiré de 15 à 22 millimètres de diamètre intérieur et de 6 millimètres d'épaisseur, à joints absolument étanches, éprouvés à plus de cent atmosphères. La chaudière est remplacée par un serpentin dont l'enroulement représente le sixième de la circulation totale. Le vase d'expansion est un autre tuyau de 7 à 8 millimètres de diamètre, renfermant de l'air et formant également 15 à 20 p. 100 de la capacité totale. Il est fermé par un bouchon fileté. Les poêles à eau contiennent des serpentins. La vitesse de circulation est de $0^{m},80$ par seconde, ce qui assure un chauffage rapide, et la quantité d'eau n'est que de $0^{lit},25$ par mètre de tuyau, soit 40 litres pour un appareil de 160 mètres, circonstance qui rendrait à peu près inoffensives les fissures, s'il venait à s'en produire. L'eau, partie à une température initiale de 150 à 200°, rentre à celle de 50 à 70°. Bacon a remplacé le tube d'expansion par une soupape de sûreté, qui présente plus de garanties et qui permet aussi d'abaisser à 120° la température initiale. Au point de vue du surchauffage de l'air, nous apprécions beaucoup ce dernier progrès.

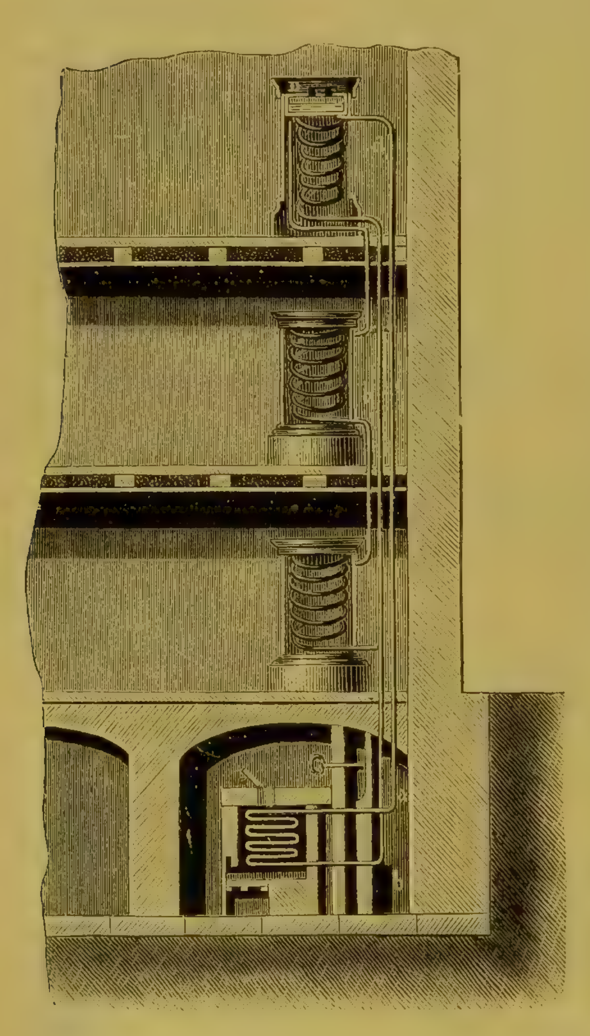


Fig. 149. — *Coupe d'une maison à plusieurs étages, chauffée par une circulation d'eau chaude* (haute pression, système Perkins).

Ce système est encore moins coûteux que le précédent. On lui re-

proche surtout la haute température de ses tuyaux et la mauvaise odeur (Wolffhügel, Scholtz) qu'il provoque lorsque, les tuyaux étant sous le plancher ou très bas, au pied des murs, leur chaleur agit sur les poussières et spécialement sur les ordures rapportées humides, de la rue, par les chaussures, ou humectées par le lavage des appartements. Il se prête mal à la distribution de la chaleur dans les locaux, lorsque quelques-uns de ceux-ci demandent à être moins chauffés que les voisins ou à ne pas l'être du tout. On peut, à la vérité, interrompre l'accès de l'eau dans les pièces qu'il ne faut pas chauffer, au moyen de robinets convenablement placés; mais alors les pièces qui continuent à la recevoir sont chauffées à l'excès.

Le système Perkins, très répandu en Angleterre, en Belgique, en Hollande, a été appliqué, en France, à la prison du Cherche-Midi, par l'ingénieur Gandillot. Nous l'avons vu fonctionner, à Lille, dans les bureaux des ingénieurs E. et P. Sée; les poêles à eau y sont remplacés par des circuits au bas des murailles, les « *rubans de chaleur* » demandés par E. Trélat; la ventilation est obtenue par des vitres perforées dans le compartiment supérieur des fenêtres. Geneste et Herscher exposaient, à Londres (1884), un poêle de chauffage, ou plutôt un *hydrocalorifère local*, chauffé par circulation d'eau, que l'on peut rapprocher du système Perkins, quoique des dispositions (soupapes de sûreté, réglage automatique) y soient prises pour éviter les hautes pressions. Les surfaces peuvent agir par rayonnement, tout en réservant un passage pour l'air pur modérément chauffé à introduire dans les locaux intéressés.

On doit préserver de la gelée les tuyaux de tous ces systèmes de chauffage.

Chauffage par la vapeur. — On reporte l'idée de ce mode de chauffage au colonel anglais Will-Cook (1745); la première application appartiendrait à James Watt lui-même. Bien étudié par l'ingénieur Tregold, le chauffage à la vapeur a été établi à la Bourse de Paris, en 1828, par Grouvelle, sous la direction de son oncle d'Arcet. Un litre d'eau, pour se transformer en vapeur, a absorbé 540 calories qu'il peut rendre en repassant à l'état d'eau. Comme on n'emploie d'ordinaire au chauffage que de la vapeur entre 112 et 120 degrés (1 atmosphère et demie à 2 atmosphères), ce n'est pas en se refroidissant que la vapeur chauffe, mais en se condensant.

Les appareils comprennent : 1° un générateur de vapeur; 2° des conduites distribuant la vapeur dans tout l'édifice à chauffer; 3° des appareils chauffeurs (*Heizkörper*) ou condensateurs de vapeur placés dans les pièces à chauffer, ou au-dessous d'elles, quand on emploie la vapeur à chauffer l'air qui doit être introduit; 4° des conduites de retour de l'eau condensée vers le générateur.

Les ingénieurs Geneste et Herscher posent les principes suivants comme devant régir le chauffage à vapeur : employer des *générateurs multilobulaires*, inexplosibles et n'admettant qu'une faible quantité d'eau; élever la vapeur au point le plus élevé des locaux à desservir; la faire circuler, à partir de ce point, dans le sens de l'eau

condensée, c'est-à-dire dans le sens de la gravité; la diriger ensuite vers les points les plus convenables pour la distribution. Avant de la faire circuler dans les locaux, avoir soin de la détendre à une faible pression; assurer la parfaite indépendance de fonctionnement des surfaces de chauffage, au moyen de robinets à l'entrée de chaque surface et d'un *purgeur* d'eau condensée et d'air. Dans les appareils de ces constructeurs, les eaux de condensation, à la sortie du purgeur, vont se réunir dans une conduite commune qui les amène à un réservoir placé dans la chambre des générateurs.

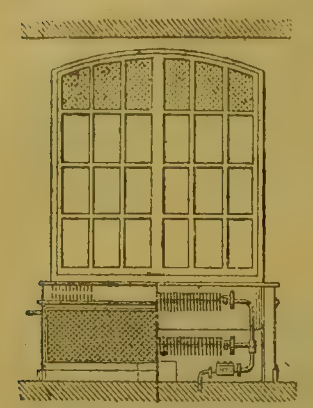


Fig. 150. — *Chauffage à vapeur à basse pression* de Geneste-Herscher.

On fait les conduites en cuivre ou en fer étiré, qui est moins cher. Elles doivent être entourées de feutre, de paille, ou autres corps mauvais conducteurs. On pourvoit aux inconvénients de la dilatation longitudinale des tuyaux en les emboîtant les uns dans les autres pour permettre le glissement, ou en les armant de *compensateurs* en cuivre. Des *souffleurs*, petits tubes garnis de robinets, aux extrémités des grandes lignes de tuyaux, permettent d'évacuer l'air qui accompagne toujours la vapeur, et des soupapes à air ou *reniflards* assurent, au contraire, la rentrée de l'air quand le vide se fait dans les tuyaux par condensation de la vapeur ou suspension du chauffage.

L'obligation faite à la vapeur de marcher dans le même sens que l'eau condensée évite les *claquements* inquiétants qui se produisent quand il y a rencontre de l'une et de l'autre. D'ailleurs, le *purgeur automatique* d'air et d'eau évacue l'eau de condensation sur les points voulus et spécialement entre chaque surface de chauffe et le retour d'eau, pour assurer le fonctionnement indépendant de ces surfaces.



Fig. 151. — *Poêle à vapeur* construit par E. et P. Sée.

Les purgeurs automatiques sont des robinets thermométriques, que la chaleur elle-même manœuvre et qui sont toujours ouverts pour l'air et l'eau, toujours fermés pour la vapeur. C'est un objet trop spécial à l'art du constructeur pour que nous le décrivions ici, non plus que les *détendeurs* de Geneste et Herscher, de Bechem et Post, etc.

La partie des tuyaux qui doit former les *surfaces de chauffe* est constituée par des tuyaux à ailettes, comme on le voit dans les figures 151 et 152, dont la première représente ces surfaces installées dans les allèges des fenêtres et l'autre un poêle qui peut se placer dans les allèges, dans les cheminées ou niches, derrière des gaines en tôle ornementées.

Les ingénieurs Geneste et Herscher font usage de tuyaux à noyau *excentré* et munis de nervures transversales en forme de disques également excentrés (fig. 152).

D'ailleurs, les surfaces de chauffe peuvent constituer des poêles, des registres, des batteries, comme dans les autres systèmes. Elles peuvent être disposées de façon à devenir des *calorifères ventilateurs* locaux, ainsi

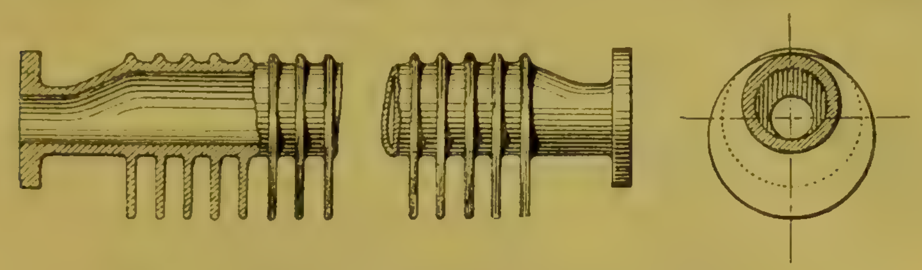


Fig. 152. — *Surface de chauffe à disques* de Geneste et Herscher.

qu'on le pratique encore volontiers en Allemagne. L'une de ces réalisations est due à Bechem et Post, de Hagen.

La vapeur arrive à haute pression, et peut avoir été empruntée à un générateur servant à un but industriel. Elle rencontre un détendeur qui la fait passer à basse pression, traverse, par une conduite, les surfaces de chauffe, formées de tuyaux côtelés et munies de soupapes à arrêt de vapeur; des *calorifères ventilateurs à réglage*, qui ne sont autre qu'une enveloppe de tôle, entourent ces surfaces et reçoivent l'air extérieur par des canaux particuliers. L'air vicié est aspiré par une cheminée qui, en été, reçoit de la vapeur, pour constituer un foyer d'appel. La terminaison du tuyau de retour est en siphon et forme obturateur hydraulique; la profondeur de celui-ci est calculée sur la tension de la vapeur dans tout le système; l'eau de condensation s'écoule librement.

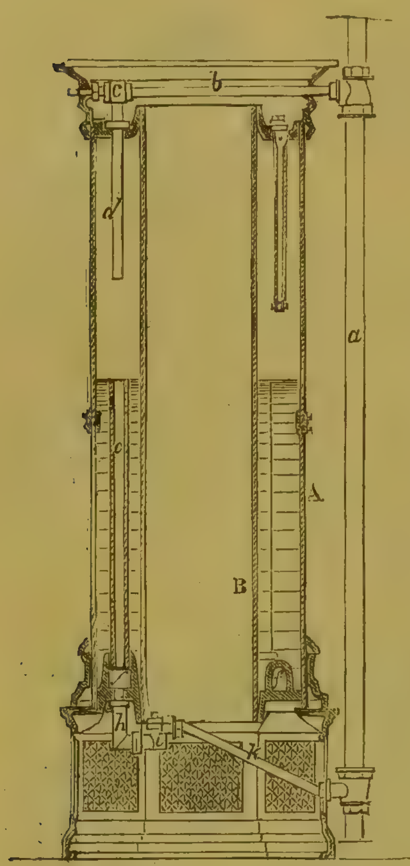
Le chauffage à vapeur, aujourd'hui que l'on sait construire des appareils silencieux, fonctionnant sous des pressions modérées et d'une sécurité parfaite, est excellent pour les établissements de grande étendue; les ingénieurs Geneste et Herscher l'ont établi avec succès à l'Hôtel de ville de Paris, à l'hospice Ferrari, à Clamart, à la prison de Nanterre, au Palais de justice de Bruxelles, à l'École vétérinaire d'Alfort, au petit lycée Condorcet, etc. On l'emploie aussi en Allemagne; mais l'on a peut-être plus souvent recours au système mixte, dont il va être question.

Chauffage mixte par l'eau et la vapeur. — La vapeur d'eau possède une quantité de chaleur telle que 1 kilogr. de vapeur peut élever $5^{kil},500$ d'eau de 0° à 100°. Grouvelle fils a mis à profit ce fait physique dans la construction d'appareils assez compliqués, qui ont été installés à la prison Mazas et à l'hôpital militaire de Vincennes sans gagner tous les suffrages, il s'en faut. Un générateur envoie la vapeur circuler par un serpentin à travers l'eau d'un réservoir, d'où elle revient, condensée, par un tuyau descendant. Le réservoir, ainsi chauffé, devient lui-même le point de départ et l'aboutissant de retour d'un circuit d'eau chaude.

A Lariboisière (pavillons de droite), le caniveau qui parcourt l'axe de chaque salle, sous son parquet, et contient l'air de ventilation (injecté), renferme aussi un

tuyau de vapeur et son tuyau de retour; ce caniveau est recouvert sur toute sa longueur de plaques de fonte que ces tuyaux échauffent. A leur passage sous les poêles, les tuyaux d'arrivée et de retour envoient un branchement à chaque poêle; mais à celui-ci est adapté un robinet qui permet de supprimer l'action des poêles à eau, si elle n'est pas nécessaire, et de se contenter de l'échauffement de l'air par le contact des tuyaux à vapeur sous basse pression.

Depuis 1875, le chauffage de l'hôpital militaire de Vincennes a été modifié, en tant que mécanisme, par Geneste et Herscher, mais le principe de la circulation mixte de vapeur et d'eau a été conservé.



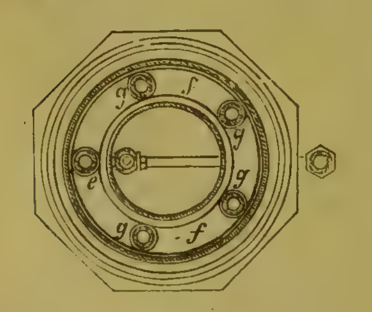


Fig. 153. — *Chauffage à eau et à vapeur* de Sulzer (Winterthur).

A l'hôpital Ménilmontant (Tenon), « les appareils de chauffage sont des poêles à eau chauffés par la vapeur; ils sont formés de tuyaux verticaux à nervures; les uns sont à 9 tuyaux, les autres à 5; les appareils à 9 tuyaux sont enfermés dans une chambre en maçonnerie de $2^m,70$ de long sur $0^m,98$ de large; les tuyaux ont un diamètre intérieur de $0^m,25$; leur diamètre extérieur est de $0^m,266$; les cannelures ont une saillie de $0^m,05$. Chaque tuyau a une hauteur totale de $3^m,20$; il est formé de deux manchons cannelés réunis par un joint de caoutchouc. » (Péclet-Hudelo). Cet appareil est installé dans une chambre en maçonnerie dans laquelle viennent déboucher deux pénétrations voûtées de $0^m,40$ de large sur $0^m,60$ de hauteur, amenant l'air de la galerie de ventilation. Cet air ne doit arriver dans les salles qu'à une température modérée. Mais ce mécanisme (système Gaillard-Haillot) nous paraît compliqué et volumineux.

En Allemagne et en Suisse (Wiel et Gnehm), le système à eau et à vapeur des frères Sulzer, de Winterthur, est très en vogue. Il se compose d'une chaudière à vapeur placée dans le sous-sol, d'un tuyau principal de vapeur qui s'élève jusque dans les combles, d'un système de tuyaux d'abord horizontaux, puis descendant verticalement, enfin de poêles à chaque étage en communication avec ces tuyaux. Les poêles sont d'une construction digne de remarque. Ils se composent de deux cylindres concentriques A et B (fig. 153), en tôle, réunis en haut par un couvercle et en bas par un socle. Le cylindre intérieur sert à multiplier la surface de chauffe; l'espace qu'il circonscrit peut être utilisé pour la ventilation, en le mettant en rapport avec l'atmosphère. Du tuyau *a*, la vapeur pénètre par *b* dans le poêle; un registre *c* en règle l'accès. Elle arrive par *d* dans l'espace compris entre les deux cylindres et qui est rempli d'eau jusqu'à demi-hauteur, se précipite par le tube *e* dans le canal circulaire *f* qui fait partie du socle du poêle et remonte ensuite par le tube *g*. Au contact de l'eau, une partie de la vapeur se condense; c'est sous

cette forme d'eau de condensation que la vapeur s'échappe du poêle et retourne au tuyau vertical *a*, à l'aide du registre de condensation *i* et du tube K. Le tuyau *a* sert donc à la fois de conduite d'arrivée de la vapeur et de retour de l'eau. L'ensemble des tubes verticaux se réunit en un seul canal qui ramène toute l'eau de condensation à la chaudière.

Les hôpitaux neufs de Berlin ont été pourvus du chauffage à l'eau et à la vapeur par Gropius et Schmieden et par Rietschel et Henneberg. Les poêles à eau de ces constructeurs, ainsi que ceux de Käuffer (Mayence), Kœrting (Hanovre), Haag (Augsbourg), ont atteint de diverse façon, et d'ordinaire très ingénieusement, le but que l'on se propose en pareil cas : d'avoir un chauffage modéré, silencieux et sans danger. En général, on a renoncé à y relier la ventilation. Nous nous bornerons à décrire, parmi ces appareils, celui de Kaiserslautern (fig. 154), qui n'est pas le moins original.



Fig. 154. — *Poêle pour le chauffage à l'eau et à la vapeur* (Kaiserslautern).

Les surfaces de chauffe sont divisées par la paroi G en deux loges dont la plus grande W est pour l'eau, la plus petite D pour la vapeur. Celle-ci est réglée ou interrompue pour chaque surface par le robinet A, pendant que l'écoulement de l'eau de précipitation des chambres W et D s'accomplit séparément et peut être arrêté par une soupape double, composée des deux soupapes simples V et V_1. Ces deux soupapes sont reliées à la conduite commune d'écoulement S, sur laquelle s'abouche la conduite d'eau de précipitation. Le robinet A étant ouvert, si l'on ouvre à la fois les soupapes V et V_1, la surface de chauffe n'est qu'un appareil de chauffage à la vapeur, puisque l'eau de précipitation peut s'écouler aussi bien de la chambre D que de la chambre W.

S'il ne fait pas très froid, et que l'on ferme la soupape V, l'espace W se remplit de plus en plus par condensation de la vapeur, finit par déborder par dessus la paroi G et s'écoule avec l'eau précipitée de l'espace D par la soupape ouverte V. La cloison G est alors la surface de chauffe de la vapeur, et l'élément chauffant, dans son ensemble, chauffe à l'eau et à la vapeur. Il en est de même, toutes les fois qu'on ferme V et que l'on ouvre V_1 ; la chambre D est utilisée comme compartiment à eau et V comme chambre à vapeur, et l'on a un poêle à eau et à vapeur, doué d'une certaine puissance de rayonnement. Ainsi cet appareil se prête aux besoins des saisons. On peut même, d'ordinaire, commencer à chauffer avec une certaine rapidité à la vapeur seule; puis, quand la pièce est chaude, n'entretenir que le chauffage à vapeur et à eau.

Le chauffage à la vapeur, ou à la vapeur et à l'eau, est aujourd'hui si sûr et si facile que l'on a songé à obtenir d'une seule usine le chauffage de tout un quartier. La ville de Lockport (États-Unis) vient de voir installer par une compagnie un chauffage central, destiné à servir à la fois 200 maisons à l'aide de tuyaux de circulation de vapeur partant d'une usine unique et parcourant près de 5 kilomètres. Deux immenses chaudières, dit Douglas-Galton (cité par Vallin), fournissent de la vapeur qui est maintenue à une pression de 35 livres par pouce, et brûlent 4 tonnes de houille en 24 heures. Les 180 premiers mètres de conduites à partir de l'usine ont 12 centimètres de diamètre; les tuyaux de maison, 4 et 3 centimètres. Il y a un régulateur de pression et des compteurs. Les tuyaux sont tous enveloppés de corps mauvais conducteurs. Dans les appartements, la vapeur chauffe au moyen de *radiateurs* ou poêles à eau, formés d'une série de tubes parallèles ou concentriques, dans lesquels elle circule. Douglas-Galton serait disposé à tenter une installation semblable dans les cités ouvrières de Londres. Il propose même d'employer la vapeur « pour chauffer les murailles, les plafonds ou le sol » des appartements, en faisant circuler la vapeur dans l'espace que circonscrivent les murs à doubles parois. La paroi intérieure devrait, pour cet office, être en fer émaillé (bon conducteur).

Nous avons vu que Somasco a réalisé cet idée dans sa propre maison.

Contrôle du chauffage. — Les effets du chauffage sur l'état hygrométrique de l'air se vérifient au moyen des instruments dont il a été parlé plus haut, *hygromètres* et *psychromètres*.

Le degré de la température est déterminé à l'aide de *thermomètres* bien construits et vérifiés, que l'on doit installer, non sur la muraille, mais à 1 mètre en dedans, et à 2 mètres de hauteur environ, puisque l'air est plus froid en bas et plus chaud sous le plafond. Il y a bien des circonstances dans lesquelles il vaut mieux que le thermomètre soit au-dessus plutôt qu'au-dessous de la température moyenne réelle de la pièce; ainsi, dans les écoles d'enfants, les bancs rapprochés du poêle ont beaucoup trop chaud quand ceux du fond n'ont qu'une température suffisante; si cet excès de chaleur ne nuit pas encore directement, il rend certainement les refroidissements ultérieurs très dangereux. Pour être averti du péril, on ne placera pas le thermomètre loin du poêle, dût-il indiquer

une température qui n'est pas celle de l'extrémité de la salle. Mais il paraît rationnel de vérifier de temps à autre la température au niveau du plancher et à toutes les extrémités du local.

Les *impuretés* de l'air, y compris CO^2, l'acide sulfureux, l'ammoniaque, se reconnaissent à l'aide des moyens indiqués au chapitre III et quelquefois à l'odeur. L'oxyde de carbone ne se traduit pas à l'odorat; nous préciserons plus loin (*Éclairage*) les réactions à l'aide desquelles on le recherche. Elles se rattachent d'ailleurs au même principe que le procédé indicateur de Gottschalck, qui emploie le réactif de Böttcher, le *chlorure de palladium* sur des bandes de toile trempées dans une solution de ce sel, desséchées légèrement entre des feuilles de papier à filtrer, et que l'on suspend dans le local suspect. S'il s'y produit de l'oxyde de carbone, ces bandes noircissent.

B. De la réfrigération.

Les circonstances inverses de celles qui nécessitent le chauffage se présentent dans divers cas: 1° par le fait du chauffage lui-même, lorsque les appareils ne sont pas construits de façon qu'on puisse régler et diminuer l'apport de calorique à mesure que le séjour et la respiration des individus élèvent la température en s'ajoutant à la chaleur artificielle ; 2° par l'excès de température extérieure, comme dans la saison chaude des pays chauds, ou même des pays tempérés, si un grand nombre de personnes sont réunies dans une salle d'assemblée ou de spectacle ; 3° par la nature de diverses opérations industrielles qui, exigeant la présence d'ouvriers nombreux, ne comportent pas néanmoins l'établissement de courants d'air un peu énergiques tels que les donnerait l'ouverture des fenêtres; quelques-unes de ces opérations, comme le *gazage des fils de coton*, nécessitent même à la fois l'entretien en permanence de becs de gaz allumés et la fermeture des fenêtres pour peu qu'il y ait du vent à l'extérieur. Dans de telles conditions, il faut non seulement aérer, mais rafraîchir l'air.

L'industrie a trouvé d'assez nombreux moyens de refroidir les milieux dans lesquels se préparent certaines denrées qui font l'objet d'un commerce, la bière, le chocolat, les bonbons, les pâtes alimentaires. Elle ne saurait hésiter à venir en aide à l'hygiène en vue de refroidir l'air, lors même qu'il n'aurait pas d'autre destination que la consommation par les poumons humains.

Dans les maisons particulières et dans quelques habitations collectives mal pourvues, l'on se borne à fermer les fenêtres, les persiennes ou volets, les rideaux, du côté d'où vient le soleil pendant la plus grande partie des jours d'été. Le moyen est d'une efficacité non douteuse, comme le savent tous les Algériens. La contre-partie consiste à ouvrir les fenêtres pendant la nuit. En soumettant l'effet de cette double pratique à un contrôle exact, Fuchs (Budapest) a constaté que l'on peut, par son aide, obtenir une diminution moyenne de 7° sur la température du dehors. Nous sommes persuadé qu'une ventilation de quelque énergie, d'ailleurs nécessaire en pareil cas, avec de l'air humecté, ne nuirait pas à cet effet de réfrigération.

Ou bien l'on arrose à plusieurs reprises le sol des pièces. L'évaporation de l'eau est toujours une cause de refroidissement. Mais le procédé, praticable sur les dalles et le carreau, devient moins inoffensif pour les plan-

chers. Dans tous les cas, il est de courte portée et il faut y revenir à plusieurs reprises.

Ce mode de refroidissement humecte en même temps l'air. Il ne faut pas voir là une infériorité dans son action : car tout refroidissement, même par un procédé à sec, rapproche l'air de son point de saturation ; on le voit aisément à la rosée qui se précipite sur une carafe d'eau froide, introduite dans une pièce chaude. Cette humectation n'est même pas nuisible là où l'air, une fois refroidi, tend à s'échauffer de nouveau ; puisque l'élévation de température augmente aussi la capacité de saturation hygrométrique de l'air. D'ailleurs, la plupart des procédés réguliers de réfrigération empruntent leur efficacité à l'eau, qui, en raison de sa haute chaleur spécifique, peut absorber beaucoup de calorique. Nous n'avons pas besoin de rappeler les dispositifs dont il a été question précédemment (VENTILATION) imaginés pour *laver*, *humecter* et *rafraîchir* l'air neuf, appelé ou injecté dans les locaux d'habitation : toile mouillée au devant de la gaine d'introduction, rideau d'eau, lame, douche en pluie, projection d'eau sur les ailes du ventilateur, appareils pulvérisant de l'eau en même temps qu'ils propulsent de l'air, etc. L'*hydro-ventilateur* de Geneste-Herscher est actionné par un filet d'eau et joint, à volonté, le rafraîchissement par pulvérisation à la ventilation d'une salle d'assemblée. D'autres fois on fait arriver un filet d'eau dans l'axe des jets d'air comprimé (ateliers).

Le restaurant Bauer, à l'Exposition d'hygiène de Berlin, recevait de l'air qui, après avoir passé par un filtre Mœller, à la ouate, gagnait une chambre de rafraîchissement dont une des parois était garnie de 50 kilogrammes de glace par jour, maintenue par un treillage.

Baumhauer, d'Amsterdam, avait présenté (1855) un appareil à rafraîchir l'air des appartements, que les *Æolus*, *Cosmos*, aérophores, ont imité et dépassé. C'est un cylindre dans lequel l'eau tombe très divisée à travers un courant d'air marchant dans le même sens et qui s'écoule ensuite dans une cheminée d'appel chauffée par un bec de gaz. Ce cylindre est entouré d'un autre, ouvert par les deux bouts, renfermant des toiles métalliques transversales destinées à transmettre le refroidissement à l'air qui descend entre les deux cylindres, rendu plus lourd par l'abaissement de température (Péclet).

L'appareil suivant semble conçu pour des situations urgentes et de quelque importance.

Geneste et Herscher placent dans une cheminée d'appel une colonne formée de vases cylindriques annulaires dont la paroi intérieure est en métal et l'extérieure poreuse ; un espace reste libre entre cette paroi extérieure et la paroi de la cheminée, de telle sorte qu'il y a deux tuyaux l'un dans l'autre, séparés par les vases annulaires. On forme à ceux-ci une seconde enveloppe également cylindrique et annulaire dont la paroi en contact avec la surface poreuse est une toile métallique, et dont l'autre est métallique et pleine. On place dans ce dernier manchon du chlorure de calcium, de l'eau dans les vases, et l'air circule dans le canal extérieur aussi bien qu'entre la paroi de la cheminée et le manchon extérieur. Mais l'eau

suintant à travers la paroi poreuse fait fondre le chlorure de calcium, se refroidit fortement et refroidit l'air du canal intérieur qui, par conséquent, descend et pénètre dans la pièce; tandis que, le chlorure de calcium s'échauffant par absorption de la vapeur d'eau (dégagement de chaleur latente), l'air de la gaine extérieure s'échauffe et prend le courant ascendant.

Les mêmes constructeurs ont imaginé un autre appareil, dans lequel l'air à refroidir passe par quatre tubes de $0^{m},30$ de diamètre qui traversent dans sa longueur une caisse de fonte dans laquelle, à l'aide d'ingénieux dispositifs d'entrée et de sortie, on introduit un mélange réfrigérant d'eau et d'azotate d'ammoniaque.

On arrivera peut-être, à la faveur de la production du froid par la dilatation des gaz, à obtenir de l'air comprimé un procédé de réfrigération.

Lors du Congrès d'hygiène de Paris (1878), les membres qui visitèrent l'usine de Noisiel purent voir fonctionner l'*appareil ventilateur et rafraîchisseur d'air* de Garlandat et Nézereaux, qui, il faut le dire, est destiné à ventiler et à rafraîchir les caves au chocolat, mais qui certainement serait fort utile aux ouvriers eux-mêmes dans un grand nombre d'industries, voire aux cuisiniers des restaurants et aux visiteurs des cafés. Le principe du procédé, c'est qu'au lieu de faire la division de l'eau en la projetant en pluie, on la rassemble en divisant l'air. Ce résultat est obtenu par l'emploi d'une plaque horizontale, perforée de 60,000 à 120,000 trous par mètre carré, sur laquelle l'eau réfrigérante circule en nappe mince et uniforme et à travers laquelle l'air est insufflé par un ventilateur, ce qui fait passer l'air par jets continus au travers de la nappe d'eau (Wazon).

Deny estime judicieusement qu'une température qui dépasse 24° au niveau de la tête des habitants, dans les locaux, déprime l'esprit et le corps. Cette circonstance se présente, à Mulhouse, 45 jours par an et pendant un temps qui varie de 2 heures par jour (en mai) à 15 h. 5 (juillet) et représente un excès (au-dessus de 24°) de 1609°,02 par heure. Elle est due : au transport de la chaleur par les parois, les fenêtres, les toitures, échauffées par l'air extérieur, ou même directement par les rayons du soleil ; au développement de calorique par les habitants et divers foyers (industriels, culinaires, etc.) ; à la véhiculation de la chaleur par l'air extérieur lui-même, lorsqu'on l'introduit pour la ventilation. La réfrigération peut s'obtenir par les moyens suivants :

Ventiler avec de l'air pris en un endroit qui ne reçoit pas de soleil ; — rafraîchir l'air de ventilation par le contact de l'eau ; — ventiler avec de l'air rafraîchi dans les caves, — ou qui a parcouru des canaux souterrains ou des canaux refroidis par l'eau, par la glace, par le mélange réfrigérant de Geneste-Herscher ; — arroser les parois extérieures et le toit de l'habitation ; rafraîchir avec l'*appareil réfrigérant de Dietrich*. Celui-ci consiste en une circulation d'eau qui est l'inverse de celle du chauffage ; un vase supérieur est rempli d'eau à laquelle on ajoute de la glace ; cette eau froide descend par un tuyau vertical qui devient horizontal dans le local à rafraîchir ; elle s'échauffe naturellement dans celui-ci et retourne au réservoir.

A New-York, on produit, au moyen de l'ammoniaque condensée, du froid qui est distribué en ville par une canalisation spéciale.

K. Möller a imaginé, pour les contrées malariales, de garnir les fenêtres d'un *filtre à air*; si l'on arrose d'eau l'étoffe de ce filtre, on obtient en même temps la réfrigération.

Bibliographie. — VALLIN (E.) : *La distribution du chauffage* (Rev. d'Hyg., II, p. 745, 1880). — BOUTMY (E.) : *Le poêle américain. Ses dangers* (Annal. d'Hyg., III, p. 381, 1880).

— Vallin (E.) : *Le danger des poêles mobiles* (Rev. d'Hyg., II, p. 1033, 1880). — Godefroy (A.) : *Sur une modification du poêle mobile* (Rev. d'Hyg., III, p. 551, 1881). — Fischer (H.) : *Ueber Beheizung der Städte* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspflg., XIII, p. 95, 1881). — Wolpert (A.) : *Ueber Trennung der Ventilation von der Heizung* (Archiv f. Pharm., XXXVIII, p. 89, 1881). — Rabot : *Le calorifère mobile du Dr Godefroy et le poêle américain* (Annal. d'Hyg., VII, p. 59, 1882). — Siemens (W.) : *Ueber Heizung mit Gas* (Gesund.-Ingen., V, p. 720, 1882). — Wolffhügel (G.) : *Heizung* (Handb. des öff. Gesundheitswesens von H. Eulenberg., II, p. 34, 1882). — Fischer (H.), Gruber (Max.), etc. : *Ueber die Vorzüge und Nachtheile der Luftheizungen* (D. Vierteljahrschr. f. öff. Gespflg., XIV, p. 101, 1882). — Busse (Max) : *Neue Warmwasserheizung* (Gesundheits-Ingenieur, VI, p. 453, 1883). — Crusius : *Ueber Dampfwasserheizung* (Wochenschr. d. Vereins D. Ingen., p. 481, 1883). — Galton (Douglas) : *A manual of ventilating, warming and lighting*. London, 1884. — Billings (J.) : *The principles of heating and ventilating*. New-York, 1884. — Vallin (E.) : *Autour d'un poêle*. Recherches anémométriques (Rev. d'Hyg., VI, p. 457, 1884). — Romain (A.) : *Nouveau Manuel complet du chauffage et de la ventilation* (Manuels Roret). Paris, 1884. — Wolpert (A.) : *Die Prüfung und Verbesserung der Luft in Wohn-und Versammlungs-Räumen in Bezug auf Temperatur, relative Feuchtigkeit und Reinheit* (Centr.-bl. f. allgem. Gespflg., p. 4, 1885). — Somasco (Ch.). : *Une maison à doubles parois avec chauffage de l'intérieur des murailles* (Rev. d'Hyg., VII, p. 889, 1885). — Wazon (A.) : *Chauffage et ventilation des édifices publics et privés*. Paris, 1885. — Deny : *Étude sur les moyens de combattre l'excès de chaleur* (Bull. Soc. industr. de Mulhouse, 1er trimestre, 1885). — Ackermann (V.) : *Ueber Centralheizung und verschiedene dagegen existirende Vorurtheile* (Gesund.-Ingen., VIII, p. 263, 1885). — Hartmann (K.) : *Heizung und Lüftung* (Gesund.-Ingen., VIII-IX, 1885-1886). — Du même : *Heizung und Lüftung* (Bericht über die allgem. deutsche Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene, III, p. 129. Breslau, 1886). — Grünzweig : *Vergleichende Versuche verschiedener Bau-und Bedachungs-Materialien* (Gesund. Ingen., 15 août 1886). — Trélat (Em.) : *L'aérage et le chauffage des habitations* (Rev. d'Hyg., VIII, p. 471, 1886). — Du même : *Régime de la température et de l'air dans la maison* (5e Congrès internat. d'Hyg. à La Haye, 1886). — Vogt (Ad.) : *Ueber die physiologischen Bedingungen der Heizung von Wohnräumlichkeiten* (Gesundheits-Ingenieur, IX, p. 425, 1886). — Voit (E.) : *Auszüge aus technischen Zeitschriften, betreffend Heizung, Lüftung und künstliche Beleuchtung* (Zeitschr. d. Archit. und Ingen. Vereins zu Hannover, XXXII, 1886). — Kürten (H.-C.) : *Welche Heizung ist die beste, Dampf-, Wasser-, Local-, oder Centralluftheizung?* (Gesundheits-Ingen., IX, p. 274, 1886). — Gréhant : *Poêles sans tuyaux* (Acad. méd., 18 octob., 1887). — Rietschel (H.) : *Ueber « das Sättigungsdeficit » als Massstabe für den angemessenen Feuchtigkeitgehalt der Luft erwärmter Räume* (Ges.-Ingen., no 1, 1888).

Consulter. — Péclet (E). et Hudelo (A.) : *Traité de la chaleur considérée dans ses applications*, 4e éd., Paris, 1878. — Geneste, Herscher et Somasco : *Sur la condition de l'air qu'il convient d'introduire dans les habitations chauffées et ventilées artificiellement* (Congrès d'hygiène à Paris, 1878). — Wazon (A.) : *Chauffage et ventilation des édifices publics et privés* (Rapports sur l'Exposition universelle de 1878. Paris, 1878). — Wolpert (Ad.) . *Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung*, 2e Auflage. Braunschweig, 1878.

VI. — Éclairage des habitations.

L'habitation est le milieu dans lequel s'accomplissent une grande part de nos occupations journalières et des travaux auxquels est vouée notre espèce; il en est quelques-uns, les travaux intellectuels et beaucoup de ceux de l'industrie, qui ne se peuvent guère poursuivre que sous cet abri. De telle sorte qu'appelée à nous soustraire aux influences physiques de l'atmosphère, en ce qu'elles ont d'excessif, en même temps qu'astreinte à ne pas nous en diminuer notablement les propriétés chimiques et biologiques, l'habitation doit aussi nous retrancher le moins possible de la lumière qui multiplie et précise nos rapports avec les êtres et les objets environnants. L'homme a trouvé le moyen de se conserver ce guide de la vie (si l'air en est le *pabulum*), sans diminuer sensiblement la valeur de l'habitation en

tant qu'abri ; bien plus, l'habitation s'est prêtée à l'entretien de foyers lumineux artificiels, qui s'étendent même au dehors, et qui permettent au plus laborieux des animaux de prolonger le jour et de travailler encore lorsque la nature entière est dans l'ombre.

Nous avons donc à considérer : l'*Éclairage naturel* et l'*Éclairage artificiel* des habitations.

A. **Éclairage naturel.** — Le corps éclairant est ici le *soleil*, dont les rayons, à la fois lumineux et caloriques, nous arrivent à travers l'atmosphère, plus ou moins atténués, quelquefois réfléchis par les vapeurs et les nuages. On lui donne accès dans les habitations par des ouvertures communément vitrées, de dimension et d'orientation variable. D'ailleurs on peut recevoir des rayons solaires *directs*, ou la lumière *diffuse*, ou encore la lumière *réfléchie*.

Il faudrait toujours que la lumière pénétrât directement dans l'habitation, rayonnante ou diffuse, et jamais à l'état de reflet. La lumière, dans nos demeures, sert encore à autre chose qu'à faire voir les objets ; c'est un élément vital tout autant que la chaleur, dont la puissante influence sur le règne végétal tombe sous l'observation journalière et qu'il n'est pas malaisé de retrouver aussi, avec un peu d'attention, comme une des conditions du développement normal des animaux et de l'homme (W. Edwards, Moleschott, J. Béclard, P. Bert). Le fonctionnement de l'appareil de la vision traduit tout d'abord le degré auquel il est satisfait à cette exigence biologique et les qualités de la lumière dont les animaux ont pu jouir.

Aussi pensons-nous que les habitations collectives, comme les hôpitaux, les casernes, peuvent recevoir la lumière directe sur deux faces. Dans les premiers, on se protégera par les stores et les rideaux, au moment voulu, du côté sur lequel dardent les rayons solaires. Dans les casernes, il suffira que l'on place les locaux *de jour* vers la lumière diffuse (au nord); d'ailleurs, les soldats ne craignent pas trop le soleil et ne séjournent guère dans les locaux de jour, — quand il y en a.

Pour des raisons que nous examinerons plus loin, il est une classe d'habitations collectives pour lesquelles on réclame la lumière directe, sans doute, mais diffuse, c'est-à-dire venant du nord. Ce sont les écoles, où l'on comprend de prime abord que la lumière doive être douce, égale, favorable aux formes des objets et jamais fatigante.

Très généralement, dans nos habitations particulières, ce sera encore les propriétés biologiques de la lumière qu'il faudra poursuivre plutôt que son aptitude spéciale à éclairer le travail, attendu qu'un éclairement quelconque, pourvu qu'il soit généreux, suffit à la plupart des opérations qui se pratiquent dans la maison, tandis que son intérieur a tout d'abord besoin de l'ensoleillage direct et prolongé. Que si la maison renferme le cabinet d'un homme occupé à des œuvres intellectuelles, cette pièce rentrera dans la catégorie des locaux qui, sans se soustraire à l'obligation de l'ensoleillage, sont incommodés par les rayons directs et réclament la lumière diffuse. Pourtant l'éclairage par le nord est, cette fois, moins rigou-

reusement commandé que dans les salles où tout un groupe lit ou écrit. L'individu isolé bénéficie plus aisément que les groupes de la ressource des persiennes, des stores et des rideaux; au fond, les rayons obliques du soleil à son lever ou à son coucher ne gênent pas trop le travail, et c'est plutôt une visite agréable. Si la pièce n'a de fenêtres que d'un côté, comme c'est le cas le plus habituel, et qu'elles soient absolument tournées au nord, les cahiers, les livres, la bibliothèque et les murs du savant ou du littérateur, ne recevront jamais de soleil. Mieux vaut une orientation intermédiaire, nord-est, nord-ouest ou même sud-est. Nous avons dit précédemment les raisons qui militent en faveur de la direction méridionale (du sud au nord) des rues principales des villes; en pareil cas, les fenêtres sont forcément ouvertes sur l'est ou sur l'ouest. Ce n'est peut-être pas très fâcheux, répétons-le, pour les particuliers; mais pourtant, aux longs jours d'été, le lever et le coucher du soleil durent longtemps. La direction sud-est à nord-ouest des grandes artères, conseillée naguère et souvent adoptée, reprend, cette fois, une certaine valeur, puisqu'elle oblige les fenêtres à s'ouvrir sur le nord-est ou le sud-ouest. Il semble avantageux pour l'homme de cabinet, de choisir la première de ces deux expositions.

Dans les grands ateliers, où s'accomplissent des opérations d'une certaine délicatesse, comme la filature et le tissage, il faut à la fois beaucoup de lumière et, le plus possible, de la lumière diffuse, égale, point troublée par les jeux de rayons venus de points divers et se croisant en différents sens, circonstance qui serait aussi fâcheuse pour la vue des ouvriers que pour la précision de leur besogne. Jusqu'à présent, on obtenait assez mal ce résultat par l'orientation des jours, par le verre dépoli, la manœuvre des persiennes et des stores. De nos jours, on a pris le parti de s'éclairer par en haut et de façon à recevoir la lumière à profusion, tout en ne la prenant que du côté convenable. Ce résultat est atteint par le *toit en dents de scie* (*Sägedach*, *Shedsdach*), peu flatteur au point de vue architectural, mais très satisfaisant pour l'éclairage, tant par l'abondance de la lumière que par la direction de haut en bas des rayons et par son uniformité. On tourne, en effet, d'ordinaire sur le nord, les vitres qui forment le côté à pic de chaque dent du toit.

Nous avons visité des usines récentes, pourvues de ce mode d'éclairage diurne, et nous reconnaissons avec d'autres hygiénistes qu'il ne mérite, comme tel, aucun reproche. Malheureusement, l'absence de fenêtres latérales donne quelque peu la physionomie de prison à l'atelier, et l'on ne peut s'empêcher de concevoir un immense regret que ces vastes murailles tout d'une pièce n'ouvrent jamais une brèche par laquelle les flots d'air et de rayons solaires se précipiteraient, assurant à l'atmosphère intérieure le large renouvellement dont elle a si grand besoin. On a ménagé, sans doute, dans les angles, au bord du toit, quelques baies dites d'aération; mais désormais cet assainissement capital est voué aux moyens artificiels, qui, en vérité, ne nous rassurent qu'à demi. Nous voudrions que les ouvertures latérales existassent, comme s'il y avait des fenêtres; seulement, au lieu de les vitrer, on les armerait de volets qui seraient fermés pendant le travail et qu'on ouvrirait tout grands pendant les repos. C'est la seule façon de faire accepter à l'hygiène l'éclairage par le toit en scie.

Que l'habitation accueille les rayons solaires ou qu'elle s'ouvre seulement à la lumière diffuse, il importe qu'elle ne se borne pas à l'*éclairage par reflet*, ce qu'Émile Trélat appelle la lumière *morte*, et ce qui se réalise si souvent dans les grandes villes, par le fait de l'étroitesse des murs et de la hauteur des maisons, ou encore par suite de la réduction extrême des cours, à l'arrière des hautes maisons bâties sur les nouveaux alignements. En effet, les *percements* pour l'élargissement des rues ayant enlevé une tranche verticale des immeubles, les propriétaires cherchent à regagner ce qu'ils perdent en surface en augmentant la hauteur des bâtisses et en les serrant davantage. La besogne d'*écrêter* les maisons, au moins dans les vieux quartiers, compléterait avec avantage celle des percements. Sans quoi la lumière, arrivant par une rue étroite (7 mètres et au-dessous) ou par une courette, n'éclaire directement que les logements des étages supérieurs; les trois ou quatre étages inférieurs ne reçoivent que la lumière *réfléchie* en zigzag sur le mur d'en face. Si bien, dit E. Trélat, que sur les 100.000,000 de mètres carrés de planchers qui existent à Paris, il n'y en a pas plus de 20,000.000 sur lesquels un habitant assis « reçoive sur tout son corps les caresses de la lumière du ciel. »

Un premier moyen d'éclairer les habitations, c'est donc de maintenir à un niveau modéré les crêtes des maisons et d'assurer l'*ampleur du vide* autour d'elles. Le second, c'est d'avoir de grandes fenêtres. La fenêtre, selon le judicieux précepte du même savant, doit occuper le *quart* de la face d'éclairage, mais plutôt par sa hauteur que par sa largeur, c'est-à-dire que *le linteau doit être placé le plus haut possible*. En effet, la lumière qui arrive le plus avantageusement aux habitations est celle qui vient d'un point intermédiaire au zénith et à l'horizon, sous une inclinaison de 35 à 40° avec l'horizontale. Or, pour que la lumière tombant sous cet angle rencontre jusqu'au bout le plancher d'une chambre de 4^{m},50 de profondeur, il faut que la fenêtre ait 3 mètres de haut.

Le tableau ci-dessous, d'après Trélat, indique l'influence de la hauteur et de la largeur de la fenêtre dans une pièce de 5 mètres de profondeur et de 3 mètres de hauteur.

FORMES DE LA FENÊTRE.	HAUTEUR.	LARGEUR.	SURFACE DE LA BAIE d'éclairage.	SURFACE DE PLANCHER éclairée.	SURFACE DE MUR éclairée.	VOLUME TRAVERSÉ par la lumière.
	m	m	mq	mq	mq	mc
Baie étroite et basse	2	1,20	2,40	4,20	0,00	1,71
— élargie	2	1,80	3,60	5.40	0,06	3,80
— exhaussée	3	1,20	3,60	8,00	0,36	8,00

Ainsi, en portant de 1^{m},20 à 1^{m},80, c'est-à-dire en augmentant de moitié la largeur de la fenêtre, on n'obtient que 5^{mq},40 d'éclairage du plancher, tandis qu'en augmentant dans la même proportion la hauteur (3 mètres au lieu de 2 mètres), on arrive à 8^{mq} de plancher éclairé.

Si la pièce, que nous avons supposée avec 5 mètres de profondeur et 3 mètres de hauteur, a 4 mètres de largeur, la face éclairée se trouve avoir de 12 à 14 mètres carrés de surface; la fenêtre à 3 mètres de hauteur sur 1m,20 de large en occupe au moins le quart et représente 1mq,20 de surface de fenêtre pour 20 mètres cubes de capacité intérieure. Baumeister n'exige que 1 mètre carré de fenêtre pour 30 mètres cubes de capacité (Putzeys).

Persiennes, stores, rideaux. — Les persiennes, jalousies, stores, rideaux, ont pour but de régler et d'atténuer l'afflux des rayons lumineux. La mode et le luxe inutile, il faut le dire, se sont aussi emparés de cette ressource et imposent trop souvent la forme et la nature de ce qui ne devrait être qu'une protection.

Les persiennes doivent être à lames mobiles, susceptibles d'inclinaison sur leur axe et pouvant être appliquées au mur ou rassemblées de façon à dégager entièrement la fenêtre, quand leur rôle n'est plus utile. On les peint avec raison en vert, d'après ce fait d'observation que la lumière tamisée à travers le feuillage des arbres est particulièrement agréable.

Les stores répondent au même but avec moins d'avantages. Une modification heureuse à introduire dans leur fonctionnement consisterait à en renverser le sens; ils se dérouleraient, non de haut en bas, mais de bas en haut, comme c'est établi dans quelques écoles d'Autriche. En effet, quand il y a trop de lumière, c'est par en bas, au niveau des yeux, qu'il convient d'intercepter les rayons directs; ceux de cet ordre qui pénètrent par dessus la tête des habitants se diffusent assez pour éclairer doucement au-dessous d'eux.

Les rideaux rendent encore d'une façon moins satisfaisante le service d'atténuer la lumière. D'ordinaire ils la diminuent très positivement, là où il y en avait à peine assez. Ceux d'étoffe l'arrêtent par en haut, où elle est le moins offensive et le plus efficace; et si on les ferme, c'est l'obscurité, qui ne peut guère être utile qu'à des maladies d'yeux. Les rideaux de mousseline ont l'avantage d'intercepter la lumière aussi peu que possible et mériteraient la préférence; mais la vanité n'est pas satisfaite à ce prix; il lui faut de riches et lourdes tapisseries qui barrent le passage à l'air et à la lumière, mais recueillent les poussières flottantes et, tout en rétrécissant le cube intérieur, emmagasinent les miasmes.

Ém. Trélat a décrit et figuré un arrangement de draperies dans lequel un rideau unique, pouvant glisser devant toute la largeur de la fenêtre, se rassemble sur un côté et peut être ramené en une courbe, non sans grâce, devant la moitié inférieure seule de la baie d'éclairage, lorsque la lumière est excessive.

B. **Éclairage artificiel.** — La question de l'éclairage artificiel est plus complexe que la précédente. L'hygiène de la vue n'est plus seule en cause, cette fois; les modes artificiels d'éclairage introduisent dans nos habitations des corps qui sont rarement indifférents et deviennent parfois hautement offensifs; l'éclairage n'est obtenu qu'à l'aide de la combustion,

condition de la luminosité de ces corps et, par conséquent, élève la température intérieure en même temps qu'il mélange à l'air de nos demeures des produits plus ou moins oxydés, aux dépens de l'oxygène de notre atmosphère. La lumière électrique, que nous rangeons à part, ne fait pas absolument exception; mais l'échauffement de l'air et la consommation d'oxygène sont si faibles qu'on peut les regarder comme nuls.

Matières éclairantes. — L'essence du phénomène de la luminosité dans certaines combustions échappe encore aux physiciens ; mais l'on en connaît au moins les conditions. Tous les corps capables de donner par leur combustion une lueur éclairante sont des carbures d'hydrogène; solides, ils doivent pouvoir fondre à une température peu élevée ; liquides, ils doivent pouvoir prendre facilement l'état gazeux ; la combustion lumineuse n'a lieu, en définitive, que sur un corps identique au gaz d'éclairage supposé pur, c'est-à-dire sur de l'hydrogène carboné. A la faveur de la chaleur et de l'afflux de l'oxygène de l'air, l'hydrogène carboné se décompose; c'est le carbone qui brûle le premier, l'hydrogène ensuite. On sait que la flamme se compose d'une partie centrale, sombre et froide ; d'une partie moyenne, lumineuse, et d'une zone périphérique, peu lumineuse, mais qui a la température la plus élevée ; c'est dans la partie lumineuse que brûle le carbone et dans la zone chaude que brûle l'hydrogène. On a dit pendant longtemps que la luminosité est subordonnée à la présence, dans le gaz en combustion, de particules solides, qui, dans le cas particulier, sont des molécules de charbon ; on expliquait ainsi la lumière fournie par la combustion du magnésium et le magnifique éclat donné à la flamme par l'introduction de fragments de chaux, de strontiane, de magnésie, selon le procédé de Drummond. Mais Frankland a démontré que les particules solides ne sont pas nécessaires et qu'il suffit d'une vapeur dense, mêlée aux gaz brûlants. Landolt et Hilgard sont arrivés à la même conclusion, en même temps qu'ils montraient la rapidité avec laquelle l'air atmosphérique se diffuse à travers la flamme, avec les produits de la combustion, et comment les gaz combustibles diminuent dans celle-ci, en même temps que les produits de combustion augmentent. Erismann a reconnu que les carbures hydriques constituent cette vapeur dense, éclairante.

Deville a établi que la température à laquelle un corps brûle a une influence décisive sur son pouvoir éclairant. C'est sur ce principe que reposent les appareils de Tessié du Motay (au gaz oxy-hydrique), dans lesquels un courant d'oxygène est projeté sur une flamme de gaz d'élairage ; au milieu de celle-ci se tient un crayon de magnésie ou de zircone.

La pression forte augmente la luminosité de la flamme ; faible, elle la diminue. Dans l'air tranquille, les hydrocarbures brûlent sans fuliginosités, lorsqu'ils renferment 6 parties (en poids) de carbone contre 1 d'hydrogène ; l'essence de térébenthine, par exemple, qui contient 7,5 de carbone pour 1 d'hydrogène, brûle avec une flamme fuligineuse que l'on évite à peine avec les lampes armées d'un tube cylindrique, faisant office de cheminée d'appel (lampes à double courant d'air).

Les matières éclairantes sont solides, liquides ou gazeuses :

Solides.	*Liquides.*		*Gazeuses.*
Suif.	Huile de colza.....	fixes.	Les gaz d'éclairage obtenus par distillation du bois, de la tourbe, de la houille, etc.
Cire.	— d'olive......		
Acide stéarique.	— de poisson..		
Huile de palme.	Camphine.........	volatiles.	
Blanc de baleine.	Huile du goudron.		
Paraffine.	— solaire......		
Torche de résine.	Pétrole...........		

Le suif. — Cette substance est brûlée sous forme de *chandelles*, dans lesquelles on est obligé de ménager une mèche volumineuse, dont la combustion complète est difficile à obtenir.

La *chandelle des six* (à la livre) perd en brûlant 11 grammes de son poids à l'heure; 1 gramme de suif peut porter 100gr,35 d'eau de 0° à 100° (Moigno). Une chandelle de ce calibre échauffe, en une heure, 3mc,56 d'air de 0° à 100; 1 kilogramme de suif consomme en brûlant 10l,35 d'air.

Une chandelle des six, à la température moyenne de l'appartement, fit monter d'un degré un thermomètre placé à 15 centimètres de distance, de 0°,4 un thermomètre éloigné de 30 centimètres. L'intensité de la lumière d'une lampe Carcel de 29 millimètres étant 100, celle d'une chandelle est de 10,66. Si l'on ne mouche pas assidument la mèche, on peut perdre les 3/4 de la lumière. On sait que la flamme de chandelle vacille dans tous les sens; cette circonstance, très fatigante pour les yeux, est pourtant son moindre défaut, si l'on songe à la malpropreté de ce genre d'éclairage et à l'odeur nauséabonde qu'il répand. Cette odeur est due à quelques-uns des produits de la combustion du suif, qui ne se fait pas complètement : hydrogène carboné, acides carbonique, stéarique, margarique, oléique, acroléique, acétique, stéarone, oléone, margarone, eau, huile empyreumatique odorante. Ajoutons les particules de charbon qui ont échappé également à la combustion et que l'on retrouve dans les crachats des personnes qui font un usage habituel de ce médiocre éclairage.

Les *torches de résine*, dont se servaient nos pères et qui flambent encore sous les baraques des bûcherons du Schwarzwald, se distinguent de même par la richesse des produits charbonneux non brûlés qu'elles projettent dans l'atmosphère.

La cire, le blanc de baleine, la stéarine. — La cire ne sert plus guère qu'aux flambeaux funéraires et aux *ex voto;* encore y est-elle mélangée de suif. La plus importante de ces matières est la stéarine dont on fait les *bougies* (stéariques) de l'Étoile et autres. La chimie nous enseigne comment on retire la stéarine des graisses en faisant un savon de celles-ci à base de soude, de potasse ou surtout de chaux (procédé de Milly) et en dégageant de ce savon l'acide stéarique par l'action d'un acide minéral, l'acide sulfurique généralement. On ajoutait autrefois un peu d'arsenic à la stéarine pour l'empêcher de cristalliser en se refroidissant; de Milly a substitué à cette pratique quelque peu dangereuse celle de verser l'acide stéarique dans des moules préalablement chauffés.

Une bougie stéarique perd en brûlant 9 grammes environ de son poids par heure et consomme la même quantité d'oxygène qu'une chandelle (10l,32 d'air par kilogramme), en échauffant 3mc,07 d'air de 0° à 100° (Moigno). Un thermomètre placé à 15 centimètres d'une bougie s'élève de 1°,5; à 30 centimètres, de 1/2 degré (à la

température moyenne des appartements). La stéarine fond à 68°; la lumière des bougies, moins large que celle des chandelles, est plus blanche; son intensité est de 14,30 (celle de la lampe Carcel = 100). Les mèches, assez minces, sont imbibées d'acide borique ou d'acide phosphorique, qui en rend la combustion complète et supprime l'opération du mouchage. Il se produit peu de vapeur, peu d'hydrogène carboné, de l'acide carbonique, une huile lourde, une matière colorante et du charbon. En somme, les bougies stéariques sont d'un usage beaucoup plus agréable et moins offensif que les chandelles.

Huiles grasses. — Les plus employées sont les huiles de colza, de navettes, d'olives, de poisson, de pavots.

La quantité d'huile qui brûle en une heure dépend de la construction de la lampe dans laquelle on l'emploie :

Lampe à mèche plate	11 gram.	par heure.
— astrale	26,71	—
— Carcel (Schilling)	42	—
— à réservoir supérieur	45	—
— à pression	60	—

Avec ce dernier appareil, l'intensité de la lumière d'une lampe, rapportée à celle de la stéarine = 100, est de 168. Il porte en une heure 20^{mc},17 d'air de 0° à 100°, fait monter de 3°,8 un thermomètre placé à 15 centimètres de distance et de 1°,1 un thermomètre à 30 centimètres. Les lampes vieux modèles dégagent en s'éteignant une vapeur odorante qui renferme du charbon, de l'hydrogène carboné, de l'acide carbonique et de l'azote; autant d'éléments agressifs pour les voies respiratoires et compromettant leur fonctionnement.

Huiles volatiles. — Le pétrole, ou huile minérale, qui nous vient du Caucase et de Nord-Amérique et occupe, dans ces régions, presque autant de bras que l'exploitation de la houille ou du fer, a pris dans ces derniers temps une extrême importance pour l'éclairage. A l'état brut (huile de naphte), c'est un mélange de substances solides (paraffine) ou gazeuses, dissoutes dans une matière liquide. Il donne, à la température ordinaire, des vapeurs dont le mélange avec l'air est explosif. Par la distillation, on sépare de cet ensemble extrêmement complexe les matières les plus volatiles et l'on obtient le « pétrole rectifié » d'une densité de 0,83 à 0,90, et qui est essentiellement composé d'huiles lourdes. Il y reste cependant quelques portions de naphte, corps très dangereux, mais sans lequel le pétrole est difficilement inflammable et fume.

Selon sa composition, le pétrole bout entre 26° et 72° (Allen). En France, le décret du 19 mai 1873 fait une première catégorie des huiles qui, à une température inférieure à 35°, émettent des vapeurs susceptibles de prendre feu au contact d'une allumette enflammée, et une deuxième des autres. Les premières, sous le titre d'*essence inflammable*, sont l'objet de prescriptions rigoureuses. Les autres, dites *huile minérale*, ont plus de liberté. En Amérique, le point de démarcation est à 43°5. Roth et Lex voudraient le mettre à 52°.

Le pétrole a une très grande intensité lumineuse. Il faut 532 grammes d'huile pour représenter la lumière de cent bougies stéariques et seulement

320 ou même 280 grammes de pétrole; soit une économie de 40 p. 100.

Mieux on remplit les lampes à pétrole, moins il y a de danger d'explosion ou de propagation du feu au liquide, puisqu'il n'y a pas d'air au-dessus de l'essence. Dans les conditions ordinaires, le pétrole versé sur le carreau ou le plancher ne prend pas feu aisément, même à proximité d'une flamme; si, au contraire, il est répandu sur des tapis, des étoffes, un lit, il est absorbé par les tissus, s'étale en surface, donne des vapeurs et devient éminemment inflammable. L'explosion a sa plus grande force quand il y a 1 partie de vapeur sur 8 à 9 d'air (Chandler).

On a essayé de paralyser la redoutable propriété explosive du pétrole en le mélangeant d'huile de colza (5 parties d'huile et 1 de pétrole), ou d'alcool amylique (Hurtault). Le premier de ces expédients n'a pas réussi. Pour le transport, on ménage dans les vases qui contiennent le pétrole un espace vide suffisant pour que la dilatation qu'il éprouve par la chaleur n'entraîne pas la rupture de ces vases.

L'huile qui bout à 51-52° seulement ne donne lieu à une explosion que si l'on agite vivement la lampe, de manière à mélanger les vapeurs et l'air, et si en même temps la vapeur est artificiellement chauffée.

D'ailleurs, toutes les huiles légères obtenues par la distillation du pétrole ou du goudron (benzine, éther de pétrole, photogène, huile solaire, ligroïne, kérosine), voire la camphine, obtenue par distillation de la résine de sapin et de la térébenthine, mal éclairantes et fumeuses, parce qu'elles ne contiennent pas d'oxygène, sont pour le moins aussi capables d'explosion et d'incendie que le pétrole, par le mélange de leur vapeur avec l'air. On a imaginé des appareils spéciaux pour leur utilisation. Le mieux paraît être de chercher autre chose.

Gaz d'éclairage. — Le gaz d'éclairage se présente tout d'abord sous la forme que la chaleur et la combustion imposent aux matières précédentes pour devenir éclairantes. Ici, toute matière est bonne, dès qu'elle peut fournir un gaz utilisable, quel que soit le résidu. D'où il semble résulter, théoriquement, que le gaz d'éclairage ne renferme plus de substances inutiles ou gênantes et qu'il ne doit laisser ni fumée ni cendres. C'est bien à son propos que l'on a pu songer que l'hydrogène carboné remplace les particules de charbon qui, ailleurs, rendent la flamme lumineuse; néanmoins, Heumann persiste à croire qu'ici encore la luminosité est due à des molécules charbonneuses infiniment petites (en réalité, le gaz d'éclairage en entraîne toujours de telles).

On peut obtenir du gaz d'éclairage par la distillation sèche de toute matière organique capable de donner, d'une part un résidu fixe, d'autre part des produits volatils qui, après refroidissement et concentration, se séparent en trois parties : une aqueuse, une oléo-résineuse (le goudron) et des gaz permanents. Ces derniers sont l'acide carbonique, l'oxyde de carbone, l'hydrogène, le gaz des marais, etc., qui par eux-mêmes sont peu ou point éclairants, mais empruntent ce pouvoir au gaz oléfiant ou éthylène, dont la combustion donne une lumière éclatante.

C'est surtout le charbon de terre, puis le bois, qui sont utilisés pour la fabrication du gaz d'éclairage. On a essayé, ou l'on pourrait employer aussi la tourbe, le

lignite, l'huile, la résine, le goudron, l'eau de savon, l'huile de schiste, les chiffons gras, les os, le marc de raisin ou de colza, etc. Schwamborn a calculé que les eaux de foulage, rejetées par les fabriques de draps, représentent rien que pour l'Europe 2 millions de quintaux de savon calcaire, que l'hygiène verrait avec une grande faveur convertir en gaz d'éclairage.

Dans ces derniers temps, on a fabriqué du *gaz à l'eau* par des opérations reposant sur le principe suivant : quand, dans un tube de porcelaine chauffé au rouge vif (1300°) et rempli de fragments de braise, on fait passer lentement un courant de vapeur d'eau, celle-ci est décomposée : on obtient un mélange, à parties à peu près égales, d'hydrogène et d'oxyde de carbone ; il reste une certaine quantité d'acide carbonique. Ce gaz est inodore et serait peu coûteux ; mais il éclaire moitié moins que le gaz à la houille. En revanche, il est effroyablement dangereux, en raison de sa constitution. Comme il se perd toujours du gaz entre l'usine et la maison, il se perdrait aussi du gaz à l'eau et ce serait surtout l'hydrogène qui s'échapperait des conduites. Il n'arriverait guère à la maison que de l'oxyde de carbone (A. Fichet, Vallin).

La distillation du charbon de terre se fait dans des « usines à gaz », à l'aide de cornues en argile puissamment chauffées. Les produits de la distillation gagnent, par des tubes de fer, un premier récipient où se déposent les matières aqueuses et le goudron, puis circulent dans de nouveaux tuyaux de *condensation*, se rendent dans un récipient-laveur, de là dans les appareils de purification ; enfin, en passant par un *compteur*, vont s'emmagasiner sous un *gazomètre*. C'est le gaz destiné à la consommation. Le coke qui reste dans les cornues représente 70 à 75 p. 100 de la matière employée.

Les résultats de la distillation de la houille se répartissent en quatre ordres de substances (Roth et Lex), savoir : 1° le coke et les cendres ; 2° l'eau ammoniacale ; 3° le goudron : acides divers (phénique, crésylique, rosolique, créosote, etc.), bases (pyridine, aniline, etc.), hydrogènes carbonés liquides ou solides (naphtaline, paraffine) ; 4° le gaz d'éclairage, dont les propriétés éclairantes ont été découvertes par l'ingénieur français Philippe Lebon (1818) et qui, primitivement, est composé comme il suit :

Gaz d'éclairage (non purifié).

Éléments éclairants ou *photogènes*	Gaz	Acétylène. Elaïle. Trityle. Ditétryle.
	Vapeurs	Benzol. Styrolène. Naphtaline. Acétylnaphtaline. Fluorène. Propyle. Butyle.
Éléments de dilution ou *photophores*		Hydrogène. Hydrure de méthyle. Oxyde de carbone.
Impuretés		Acide carbonique. Ammoniaque. Acide cyanhydrique. — sulfocyanhydrique. — sulfhydrique. Hydrogène carboné, sulfuré, peut-être même : Sulfure de carbone. Azote.

Après l'oxyde de carbone et avec lui, ce sont les éléments de la dernière catégorie qui excitent le plus la sollicitude de l'hygiène. Si l'on ne trouve pas le moyen de les éliminer, il est à craindre qu'ils ne pénètrent avec le gaz dans les appartements, à l'occasion de fuites accidentelles ou d'appareils de conduite défectueux ; abstraction faite de cette éventualité, il se peut que quelques-uns d'entre eux échappent à la combustion, ou que leur oxydation donne lieu à des produits nocifs. De là les justes proscriptions des hygiénistes et les efforts des ingénieurs pour arriver à fournir à l'éclairage des habitations du gaz pur, c'est-à-dire dépouillé des corps étrangers dont il est question.

Les acides *sulfhydrique*, *cyanhydrique*, *sulfocyanhydrique*, et le *sulfure de carbone* ne préexistent pas dans la houille ; ils sont évidemment le résultat de la distillation. L'analyse chimique ne peut reconnaître dans la houille, en outre du carbone et des carbures hydriques solides, que l'oxygène, l'azote et le soufre en quantités variables ; mais on n'y trouve ni les carbures solubles dans l'éther ou les huiles essentielles, ni l'*ammoniaque* en combinaison avec quelques acides (Kühlmann). Le *soufre* provient en partie des pyrites qui imprègnent les dépôts de charbon de terre, mais probablement aussi, pense Kühlmann, de la réduction des sulfates solubles et en particulier du sulfate de chaux. Quelques pyrites contiennent de l'*arsenic;* de là les petites quantités d'hydrogène arsénié qu'on trouve quelquefois dans le gaz d'éclairage. L'*acide cyanhydrique* et l'*acide hyponitrique*, qui donnent particulièrement aux gaz d'éclairage des propriétés délétères, sont engendrés par l'ammoniaque en présence de l'oxygène ; Kühlmann en a expliqué la formation. Les acides *sulfureux* et *sulfurique* s'expliquent par la combustion de l'acide sulfhydrique et par la facilité avec laquelle l'acide sulfureux se convertit en acide sulfurique. Quant à l'acide carbonique et à l'oxyde de carbone, la formation s'en explique aisément par la présence simultanée d'oxygène et de carbone.

Épuration du gaz d'éclairage. — Le gaz se purifie déjà par le lavage, l'ammoniaque étant en grande partie absorbée par l'eau ; ce qui donne, dans les usines, des produits soigneusement recueillis pour l'agriculture. Mais il faut recourir à des moyens d'épuration supplémentaire par la chaux, les chlorures de manganèse, les sels de fer, ou l'action directe de l'acide sulfurique. Dans quelques usines d'Angleterre, on fait couler cet acide dans des colonnes en plomb munies de coke et à travers lesquelles le gaz chemine en sens contraire du liquide. La chaux sèche, seule, absorbe d'abord de l'eau, puis l'acide carbonique, l'acide sulfhydrique, l'acide cyanhydrique, l'acide sulfocyanhydrique et quelques autres éléments liés à la présence de l'ammoniaque ; humectée, elle retient une part de l'ammoniaque et des sels qui en dérivent. Le lait de chaux absorbe plus encore d'ammoniaque. En ajoutant à la chaux le sulfate de fer et de la sciure de bois, on prépare le *mélange de Laming*, dans lequel l'oxyde de fer décompose l'hydrogène sulfuré, tandis que la chaux opère comme précédemment. L'épuration par l'hydrate d'oxyde de fer présente cet avantage que l'oxyde de fer a la propriété de se revivifier spontanément à l'air après qu'il a été sulfuré dans les cuves.

Voisinage des usines à gaz. — On peut noter ici les inconvénients du voisinage

des usines à gaz pour les habitations à proximité. Chandler les a signalés pour New-York; Fronmüller mentionne expressément, pour Nuremberg, la fumée et la suie, les vapeurs émanées des cornues (assez peu dangereuses, a-t-on dit, sous prétexte qu'on y expose les enfants atteints de coqueluche — sans succès d'ailleurs); les vapeurs qui s'échappent de l'eau tout autour des gazomètres; les dangers d'explosion, plus redoutés du vulgaire que réels, et qui ne se réalisent guère que dans la chambre des cornues, par suite du mélange de l'air avec le gaz (1 vol. de gaz avec 5 à 10 vol. d'air, d'après Tourdes et Würtz, donne lieu, sous l'influence de la flamme, à une explosion violente; selon Pappenheim, le mélange est dangereux depuis 1 sur 4 jusqu'à 1 sur 13 à 16); les effets sur la végétation, plus hypothétiques que démontrés; enfin, et c'est l'inconvénient le plus sérieux en même temps que le plus grave, l'infiltration de sels ammoniacaux et d'acide sulfurique dans les eaux du sous-sol environnant, reconnue par le chimiste Langhans. On peut, heureusement, y pourvoir par la construction de bassins étanches et l'établissement de conduites d'évacuation portant les eaux ammoniacales à de grandes distances.

Éléments dangereux du gaz. — L'*ammoniaque* ne brûle pas avec les becs dits de Bunsen; elle donne lieu à la formation de cyanure d'ammonium (Romilly). Les produits de combustion du soufre et de l'hydrogène sulfuré répandent dans l'appartement des vapeurs d'acides sulfureux et sulfurique très irritantes; il se dépose sur les verres qui surmontent les becs et sur les vitres un enduit blanc de sulfate d'ammoniaque. Les procédés d'épuration viennent aisément à bout de l'hydrogène sulfuré.

L'*acide carbonique* et l'*oxyde de carbone* se trouvent toujours dans le gaz d'éclairage; le second, dont la nocivité commence à 1/75 et est déjà énergique à 1/30 (Tourdes), représente de 4 à 15 p. 100 du volume de certains gaz de bois ou de tourbe.

L'oxyde de carbone du gaz d'éclairage paraît se brûler assez exactement quand les becs sont bien construits. Gréhant fait brûler un bec d'Argand sous une cloche où le gaz et l'air arrivent au moyen de tuyaux dont le débit est connu, et les produits de la combustion sont refroidis et recueillis dans un ballon. La respiration de 20 litres des gaz ainsi obtenus diminue seulement de $0^{cc},5$ le pouvoir absorbant du sang d'un chien pour l'oxygène. La différence est de 1 cent. cub. si, au lieu d'un bec d'Argand, l'on a employé le bec de Bunsen. Dans tous les cas, c'est à peine si les produits obtenus renferment des traces de CO. Bien plus, la combustion d'éclairage consomme les proportions de CO qui pourraient se trouver dans l'air, ainsi que ce savant l'a démontré en alimentant la flamme d'un air à 1/400 de CO. Voilà un nouvel exemple de l'assainissement par l'éclairage. Gréhant le regarde comme applicable à l'air des mines. La garantie des becs bien faits est évidemment dans la cheminée dont on les surmonte et qui assure le tirage. Les *becs de rue* n'ont pas de cheminée, mais l'oxyde de carbone peut se diluer dans la masse atmosphérique libre.

Il va sans dire que le mélange de gaz et d'air (fuites) peut être l'occasion d'explosions dans les maisons particulières aussi bien que dans les usines.

Usage du gaz d'éclairage. — Les produits de la combustion du gaz-lumière sont essentiellement : l'eau, l'acide carbonique et l'azote. Ils renferment

aussi du charbon non brûlé et peuvent présenter une certaine proportion d'*acide sulfureux*, de *cyanure d'ammonium*, d'*acide nitrique* (produits de la combustion de l'ammoniaque), d'acide *sulfurique* provenant de l'oxydation de l'acide sulfureux.

D'après F. Fischer, 1 mèt. cub. de gaz d'éclairage consomme $1^{mc},12$ d'oxygène et produit $0^{mc},57$ ou $1^{kil},13$ d'acide carbonique et $1^{kil},07$ de vapeur d'eau. Ces chiffres sont probablement faibles et, selon A. Thomas (Lille), devraient être : oxygène dépensé $1^{mc},60$; CO^2 produit $1^{k},650$; vapeur d'eau $1^{k},254$.

Cette consommation d'oxygène et cette production de CO^2 sont loin d'approcher des dangers d'explosion et d'empoisonnement. A lumière égale, le gaz n'échaufferait et ne souillerait même pas autant l'air que les autres matières éclairantes (Odling).

Le gaz extrait du pétrole, beaucoup plus pur que celui du charbon, ne renferme ni produits ammoniacaux, ni composés sulfureux, ni acide carbonique, ni oxyde de carbone. Il représente par volume 4 à 5 volumes de gaz ordinaire; il échauffe moins l'air que celui-ci; lorsqu'il y a une fuite, on le reconnaît aisément à l'odeur de pétrole, d'ailleurs moins désagréable que celle du gaz au charbon.

Un bec de gaz au charbon, consommant 138 litres à l'heure, porte 154 mètres cubes de 1° à 100° (Briquet). A 30 centimètres d'une flamme de gaz entourée d'un verre cylindrique, un thermomètre s'élève de 2°; à 15 centimètres de 6 degrés. Hammond a constaté que la flamme d'un bec simple, dans une pièce cubant 1600 mètres cubes, portait la température de 12°8 à 17°,2 et la maintenait à ce taux pendant plusieurs heures. Wazon calcule que le bec Bengel, correspondant à la lampe Carcel de 42 grammes à l'heure, brûle 105 litres de gaz par heure en produisant 88 litres de CO^2, lesquels exigent 176 mètres cubes d'air pour maintenir l'atmosphère au titre de 1/1000 d'acide carbonique. A raison de 6814 calories produites par la combustion d'un mètre cube de gaz, 105 litres en produiront 715, lesquelles pourront échauffer les 176 mètres cubes d'air de ventilation de 13 degrés.

On sait quelle chaleur insupportable se développe, à la fin de la soirée, dans les salles de réunion, bibliothèques, amphithéâtres de cours, cafés, éclairés au gaz ; dans les magasins luxueux de Paris et dans certains ateliers. La situation n'est pas tenable sur les gradins supérieurs ou dans les galeries. Ces locaux sont aussi mal ventilés, d'ailleurs, que surchauffés ; le calorique s'y accumule donc tout autant que les souillures organiques. Pourtant ils ne renferment pas rien que des visiteurs de passage ; des employés des deux sexes, la plupart jeunes gens, passent de longues heures dans les magasins à lutter contre l'échauffement, à s'affaiblir et à contracter une anémie dont ils ne reviennent plus. Parmi les circonstances qui réclament une ventilation puissante dans les locaux éclairés au gaz, cet échauffement de l'atmosphère est une des plus impérieuses. Elle mérite attention peut-être plus encore que l'extraction des produits de la combustion du gaz, auxquels il suffit d'ouvrir quelque issue à la partie supérieure de la pièce pour qu'ils se dirigent naturellement au dehors.

Comparaison des diverses matières éclairantes. — Cette comparaison, qui serait bien utile, n'est pas d'une exécution simple, malgré les instruments

inventés pour ce but : *Photomètres* de Bunsen, de Rumford, de Muspratt. En Allemagne, on prend pour unité la bougie de paraffine, matière identique à elle-même, puisqu'elle est obtenue par cristallisation, brûlant 7^{gr},7 de paraffine à l'heure ; en Angleterre, la bougie de spermaceti. Dans le tableau ci-dessous, de Wagner, on appelle *intensité lumineuse* la lumière obtenue à dépense égale de matière, et *pouvoir éclairant* la lumière obtenue à dépense égale d'argent.

α MATIÈRES COLORANTES.	β CONSOMMATION par heure en grammes.	γ INTENSITÉ lumineuse. 1 bougie de cire = 100.	δ CLARTÉ pour 10 grammes de matière.	ε POUVOIR éclairant. La bougie de cire = 100.
Cire	9,02	102,0	111,02	100,0
Stéarine	9.94	95,5	96,05	84
Blanc de baleine	8,87	108,3	123,17	108
Suif	8,87	90,25	101,70	90
Paraffine (1re qualité)	8,83	»	94,69	83
— (2e qualité)	8,49	»	139,87	123
Huile de colza (lampe modérateur)	40,69	694,0	170,07	159
— (— de cuisine)	7,33	45,67	62,30	55
— (— d'étude)	9,86	114,1	115,80	102
Photogène	20,02	»	149,03	131
Huile solaire	26,82	»	225,64	199
Pétrole	15,6	»	174,40	180
—	8,9	»	186.1	195

Pour le gaz-lumière, le pouvoir éclairant (ε) varie selon la provenance :

Gaz de charbon de Newcastle-Pelton	197,0
— de Zwickau	216,7
Gaz de Boghead	590,2
Gaz de bois	253,3
Gaz d'huile	535,8

D'après les déterminations du *Gas-Board* de Londres, une lampe Carcel, qui brûle 42 grammes de colza par heure, équivaut à 9 bougies de blanc de baleine, de 6 à la livre, dont chacune brûle 7^{gr},8 à l'heure (Wagner). Cette lampe Carcel étant prise pour unité, la Commission parisienne a calculé que la force d'un cheval donne, en lumière électrique, par l'arc voltaïque : 71 à 113 Carcels ; avec la bougie électrique, 25 à 52 ; par incandescence, 12 à 22. Fischer, sur ces bases, conclut que pour une intensité lumineuse de 100 bougies allemandes, il faut de 0,09 à 0,25 de cheval en lumière d'arc voltaïque, 0,46 à 0,85 en lumière par incandescence. Cette quantité de lumière coûte, en centimes : 6,7 à 15,4 par l'arc voltaïque ; 18,5 par l'incandescence ; 18 par la lampe à gaz Argand, 6 à 13 par le pétrole ; 50,3 par la lampe Carcel à l'huile de colza, 200 par la chandelle de suif ; 202 par la bougie de stéarine.

Selon Payen, pour obtenir la même intensité lumineuse, il faut brûler :

				centimes.
Bougies stéariques de 10 au kilogr.	63 gr.	à 3 fr.	le kil.	19.00
Chandelles (lumière variable)	80 —	0,80	—	14,35
Huile de colza épurée	42 —	1,40	—	5,88

					centimes.
Gaz de houille, becs usuels.......	100 litres = 50	— 0,30	le m. c.	3,00
— becs à air chaud...	85 litres = 42	— Id.	—	2,55
— plus 2gr,60 de carbures volatils....	66 litres = 36	— Id.	—	2,40
Gaz de boghead, becs à air chaud..	25 litres = 25	— 1,00	—	2,50

APPAREILS D'ÉCLAIRAGE. — Les chandelles et bougies sont mises en usage à l'aide de supports dont il n'y a rien à dire, parce que la forme peut en être indéfiniment variée sans que cela tire à conséquence pour l'hygiène et parce que le véritable appareil d'éclairage, dans le cas actuel, est la mèche, qui sert à conduire par capillarité la matière éclairante fondue jusqu'au point où ce liquide se convertit en gaz par la chaleur. La mèche elle-même contribue à l'éclairage en introduisant des molécules de charbon dans la flamme. Si la mèche est trop épaisse, elle refroidit la flamme et rend son centre plus obscur au lieu d'aider à l'éclairage. Le problème à résoudre consiste donc à trouver une mèche suffisamment volumineuse pour déployer un pouvoir capillaire considérable, et suffisamment grêle pour brûler entièrement et ne rendre la flamme ni moins vive ni fumeuse. Nous avons vu plus haut que l'on augmente la combustibilité des mèches par l'acide borique ou l'acide phosphorique.

Lampes à huile. — Morache les rapporte à deux types bien distincts : les lampes *à aspiration* et les lampes *à pression.*

Les premières sont à l'état primitif dans la lampe funéraire antique, représentée dans les bas-reliefs. On voit encore ce modèle dans les campagnes; un petit récipient large et plat, dont le bord est contourné en bec sur l'un de ses points, reçoit à la fois l'huile et une mèche ronde ou plate qui repose par l'une de ses extrémités sur le bec du récipient. Comme la surface du liquide est beaucoup plus large que son épaisseur, la mèche trempe dans l'huile tant qu'il y en a et le niveau de cette huile n'est jamais très au-dessous du point où la mèche brûle. Cela n'empêche pas ce système d'être sale, l'appareil facile à renverser, la flamme fumeuse et puante ; il faut, d'instant en instant, avancer avec une pointe la mèche qui se consume progressivement. On a fait des réservoirs arrondis, clos, dont la partie supérieure est surmontée d'un court cylindre aplati, en laiton ou en fer-blanc: une des extrémités de la mèche est engagée dans celui-ci, l'autre trempant dans l'huile; on la monte avec une pointe *ad hoc* ou même à l'aide d'une crémaillère; dans ce cas, on se sert habituellement de mèches plates, tressées. C'est un progrès; mais l'appareil ne fonctionne convenablement qu'autant que le réservoir est suffisamment rempli; quand l'huile baisse, son afflux au point enflammé se ralentit d'autant et la lampe éclaire de moins en moins.

A la fin du dernier siècle, Argand avait inventé sa mèche cylindrique, creuse, qui tout d'abord était un grand pas dans la pratique de l'éclairage; en effet, l'air circule au centre de la flamme de ces mèches et en fait presque disparaître le centre obscur ; les verres cylindriques, dont Quinquet (1785) la surmonta bientôt et dans lesquels se fait un courant ascendant, contribuaient de leur côté à activer la combustion et, par conséquent, à réduire encore la zone obscure et les fuliginosités. Restait à trouver le moyen de rendre uniforme l'arrivée de l'huile au point en ignition de la mèche.

Proust, le premier, résolut ce problème en construisant une lampe de cabinet *à pression.* Le réservoir, au lieu d'être sous le foyer, était à côté, portant l'huile à un

niveau égal et même supérieur à celui du point de combustion de la mèche, auquel il était réuni par un canal de faible calibre; c'était simplement la pesanteur qui faisait affluer l'huile au foyer. L'afflux était rendu surabondant, pour être toujours suffisant, et un godet vissé au-dessous du foyer recueillait l'huile en excès.

Munie d'une mèche d'Argand et d'un tube de verre aspirateur, cette lampe éclairait très bien du côté de la mèche; mais le réservoir, évidemment, faisait ombre du côté opposé. Satisfaisante pour un travailleur assis à son bureau, perfectionnée par l'adjonction d'un réflecteur opaque, elle ne pouvait être placée sur une table réunissant un cercle de convives. C'est pour ce dernier but que l'on imagina la lampe *astrale*, dans laquelle le réservoir, en forme de couronne, était autour et entièrement au-dessus du bec. Celle-ci éclairait dans tous les sens, sauf dans la direction supérieure en regard du réservoir.

Néanmoins, la pression n'était pas absolument uniforme; les godets ne laissaient pas que d'entraîner une certaine malpropreté de maniement. Les appareils à *pression mécanique*, replaçant le réservoir sous le foyer, donnant une pression constante et égale, supprimant les godets, ont répondu à toutes les exigences et, sauf des modifications de détail, il n'y a pas à chercher mieux. On sait que la lampe *Carcel*, qui fut la première réalisation de cet important progrès, devait sa pression à une petite pompe foulante mue par un mécanisme d'horlogerie. Celui-ci, un peu coûteux et disposé aux dérangements, a été la cause pour laquelle la Carcel s'est vue supplantée par la lampe Franchot, ou *modérateur*. Dans celle-ci, la pression est obtenue par un piston que fait mouvoir un ressort à boudin (fig. 155), tendu par une tige à crémaillère. Le modérateur, à proprement parler, est une tige métallique, conique, engagée dans le tube par lequel l'huile monte sous l'action du piston.

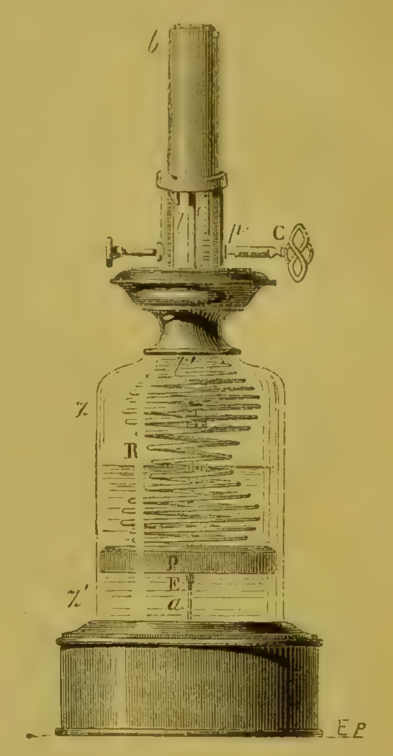


Fig. 155. — *Lampe modérateur à réservoir de cristal* (*).

Ces lampes sont disposées pour recevoir, autour de la flamme, un tube cylindrique faisant l'office de cheminée d'appel. On donne à ce tube la forme de deux cylindres joints bout à bout et dont l'inférieur est d'un diamètre plus considérable que le supérieur. Ce rétrécissement du tube au-dessus de la flamme a pour but de rejeter sur celle-ci les gaz et les vapeurs qui, en se dégageant latéralement, pourraient échapper à la combustion.

La lampe modérateur brûle environ 60 grammes d'huile par heure avec une intensité lumineuse de 168 (celle de la stéarine = 100). Elle peut porter en 1 heure $20^{mc},17$ d'air de 0° à 100°. A la température moyenne des appartements, elle échauffe de 3°,8 un thermomètre placé à 15 centimètres, et de 1°,1 le même instrument à 30 centimètres de distance.

(*) P, piston en cuir embouti qui s'appuie sur la paroi *z z'*. Ce cuir est traversé par un tube extensible E, *t t'*, qui contient une tige conique *a*. Une crémaillère *c*, qui engrène sur le pignon *p*, permet de relever le piston P en tendant le ressort R. Ce ressort, en se distendant, fait monter l'huile par le tube *t*; la tige conique *a* en modère l'ascension.

Lampes à pétrole. — Tandis que c'est la combustion de l'huile qui dégage de celle-ci les vapeurs à flamme lumineuse, le pétrole offre naturellement ces vapeurs à la combustion, sans que le liquide subisse de décomposition. Les lampes à pétrole sont donc des lampes *à aspiration*, dans lesquelles le récipient se trouve à quelques centimètres du foyer. La mèche, coupée bien nettement, doit à peine dépasser le bord du tuyau d'ascension; le récipient sera assez éloigné du foyer pour ne pas en être chauffé. Toutes ces conditions font comprendre que le pétrole ne saurait être brûlé dans des lampes à pression, puisque celles-ci font arriver le liquide même à la flamme. On utilise avec avantage, dans les lampes à pétrole, la mèche cylindrique d'Argand, en s'arrangeant de façon que le courant d'air qui arrive à la flamme contribue à refroidir le réservoir d'essence (lampe Marmet). Güntner a construit une lampe dans laquelle un réservoir d'eau surmonte le récipient à pétrole; l'eau, pénétrant goutte à goutte, déplace l'essence; si la lampe vient à être renversée, l'eau arrive dans le tuyau de la mèche et écarte tout danger d'incendie. Les *appareils Mille* permettent d'utiliser pour l'éclairage les huiles légères; une couche d'éponge ou de liège au fond du récipient est simplement imbibée du liquide; l'air se mélangeant à la vapeur d'essence devient lourd, et s'échappe par un tuyau à l'extrémité duquel on peut allumer ce mélange comme on fait du gaz d'éclairage. Brünner (de Vienne) brûle de la benzine dans le fond d'une lampe astrale en ferblanc, sur laquelle est vissée une mèche d'aspiration s'échappant par une ouverture de la grandeur d'une lentille.

Distribution et becs de gaz d'éclairage. — Au sortir du gazomètre, sous une pression que Morache estime à 47 millimètres, pour une vitesse de 26 mètres à la seconde, le gaz d'éclairage pénètre dans un réseau de canaux souterrains qui le distribuent aux diverses rues des villes et sur lesquels sont branchées les conduites des maisons particulières. La pression à l'usine doit pouvoir varier, en raison des circonstances nombreuses qui font également varier les besoins sur les points de consommation; il suffirait, par exemple, qu'un établissement important allumât à la fois tous ses becs pour que la pression devînt insuffisante dans la maison voisine, alimentée par la même artère. Un outillage bien fait est en mesure de rétablir rapidement l'égalité de pression.

Le point délicat, aussi bien pour l'économie financière que pour l'hygiène, est d'assurer une distribution de gaz sans déperdition. Nous exposerons tout à l'heure la gravité des accidents qui peuvent résulter des fuites.

Il faut employer des tuyaux d'une longue résistance et des joints imperméables. L'expérience a sanctionné la vogue dont jouissent aujourd'hui les tuyaux en fonte à cordon et emboîtement avec joints coulés en plomb et matés, et les tuyaux en tôle à joints précis. Les hauts fourneaux de Marquise et de Pont-à-Mousson fournissent d'excellents tuyaux de fonte; la société Chameroy et C[ie] produit annuellement 9 millions de tuyaux en tôle et bitume (Wazon), dans lesquels la Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz compte pour 1,500,000 mètres. « Les tuyaux Chameroy sont fabriqués avec de la tôle plombée sur les deux faces, puis rivés avec soin et soudés; une fois munis de leurs joints précis, ils sont essayés à

la presse hydraulique à 8 atmosphères ; ils sont ensuite revêtus d'une épaisse couche de bitume. Leur joint précis, en forme de piston, est étanche et dilatable. » La plupart des systèmes de joints, et ils sont nombreux, sont en caoutchouc, substance très commode pour cet usage, à la condition d'être de bonne qualité (système Petit, Somzée, Lavril). Le laiton ferait des tuyaux de conduite irréprochables ; mais, en raison de son prix, on ne l'applique qu'aux conduites particulières. On évite d'introduire le cuivre dans les pièces qui doivent être en contact avec le gaz ; l'action de l'ammoniaque donne lieu à un composé de cuivre et d'acétylène, signalé par Berthelot, et des plus dangereux.

Les ouvriers employés à la pose des branchements et aux réparations, et qu'on appelle plus particulièrement *gaziers*, sont quelquefois surpris par d'énormes bouffées de gaz et présentent les signes de l'asphyxie pure, plutôt que ceux de l'empoisonnement par l'oxyde de carbone. La preuve de la nature de ces accidents est qu'ils sont rapides et très fugaces ; remis à l'air, l'ouvrier se rétablit presque aussitôt. Il n'en est pas de même de ceux qui travaillent aux cornues dans les usines ; à la faveur d'une aération insuffisante des hangars de distillation, de mauvaise construction des cornues et probablement de certaines négligences, ceux-ci inspirent à intervalles fréquents de l'oxyde de carbone et, après quelque temps de travail, offrent les signes de l'empoisonnement subaigu par cette substance. Du moins avons-nous observé, chez un ouvrier d'usine à gaz, l'anémie avec déglobulisation, syncopes, palpitations, diarrhée hémorrhagique, qui caractérisait autrefois l'*anémie d'Anzin*, et dans laquelle l'oxyde de carbone paraît avoir joué un rôle important. Notons seulement qu'ici la haute température renforce l'action toxique.

Les conduites de gaz doivent être placées à une profondeur suffisante dans le sol pour rendre le gaz (riche en eau) insensible à la gelée et aux trépidations que le passage des voitures sur la chaussée imprime au terrain. En vue de ce dernier agent et en prévision du tassement inévitable de la terre en dessus et en dessous, il est nécessaire de prendre, dans la pose des tuyaux, des précautions spéciales qui sont du ressort des ingénieurs.

Le gaz, amené par les conduites particulières dans les habitations, traverse un compteur et vient terminer sa course en s'échappant, à l'aide du jeu d'un robinet, par un appareil disposé en vue de la combustion de la matière éclairante qui, nous l'avons dit, étant toute prête à remplir cet office, n'a pas besoin d'être aidée d'une mèche. Cet appareil est le *bec de gaz*. Il en existe des modèles assez variés qui, pourtant, peuvent se réduire à deux, l'un imitant la mèche plate, l'autre la mèche cylindrique creuse. Il est évident, *à priori*, que le second est plus avantageux pour l'éclairage et pour l'économie.

L'éclairage public (lanternes des rues) et quelques établissements d'instruction (lycées, classes du soir) ont adopté le bec fendu, d'où la flamme jaillit en aile de chauve-souris (fig. 156) ou sous forme de papillon. Cette disposition procure nécessairement l'économie du verre cylindrique, d'aspiration. Hors de là, elle est plus coûteuse que la suivante et singulièrement fatigante pour le travail à la lumière artificielle, par suite du « papillottement » incessant qui l'agite. Elle devrait être exclue des écoles et des ateliers, par cette raison surtout qu'elle est la plus compromettante pour la pureté de l'air, puisque le gaz y est moins exactement brûlé.

Dans les habitations, les salles de réunion tant soit peu confortables, on s'éclaire avec les becs ronds, ou plutôt annulaires, desquels le gaz s'échappe

par un nombre variable (8 à 30) de trous, disposés en cercle sur une surface plane et distants les uns des autres de 3 millimètres (bec d'Argand). Ce mode est combiné avec l'emploi de verres cylindriques et de globes de cristal. La combustion du gaz y est plus parfaite que dans le système précédent et la flamme n'a pas d'oscillations (fig. 157). Cohn a dit avec raison que *la flamme vacillante est insupportable* pour l'éclairage. Il paraît que quand un moteur à gaz s'alimente sur la même conduite que l'éclairage des voisins, les becs de ceux-ci ressentent, sous forme d'oscillations verticales, les chocs qui se passent dans le mécanisme. Il y a donc lieu, en pareil cas, d'imposer des conduites bien distinctes.

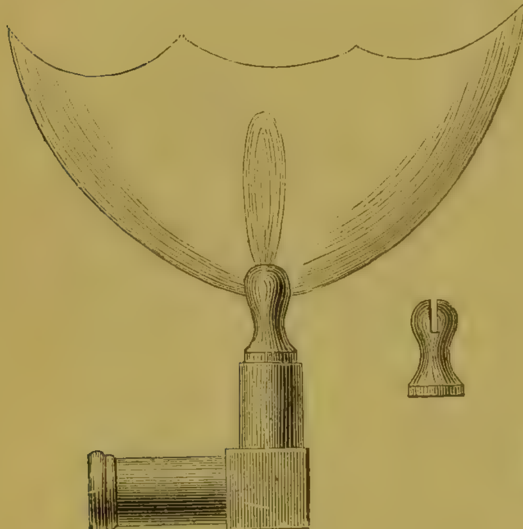


Fig. 156. — *Flamme de gaz pour l'éclairage public.*

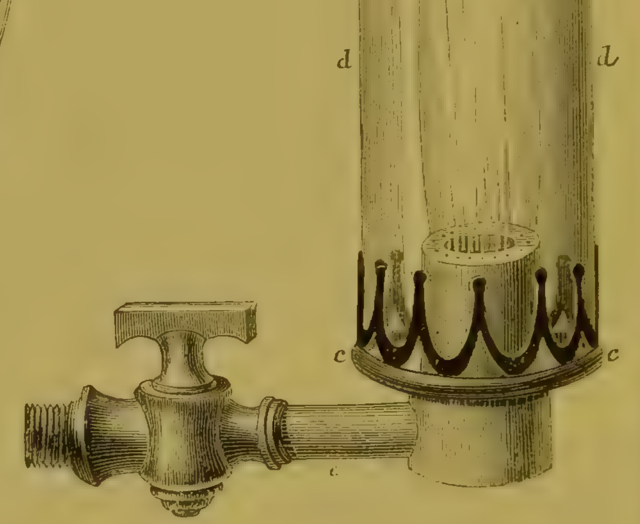


Fig. 157. — *Flamme de gaz pour l'éclairage privé* (*).

Le gaz doit arriver au brûleur sous la plus faible pression possible. Le bec Siller-Argand est disposé de telle sorte que deux courants d'air arrivent à la surface interne de la flamme et deux à la surface externe; il possède un régulateur automatique de la pression.

Il est reconnu que la basse température de l'air qui alimente la combustion rétrécit la flamme des lampes et en diminue l'intensité. Une partie du gaz échappe même à la combustion. Pour faire disparaître cet inconvénient — et, par suite, économiser le gaz, F. Siemens a imaginé son *bec récupérateur*, constitué de trois chambres concentriques : « dans la première, qui est la plus externe, monte l'air destiné à la combustion; la deuxième est réservée au courant de gaz ascendant, tandis que les produits à extraire se dirigent vers le bas à travers le compartiment central et, dans ce trajet, abandonnent aux deux premières chambres une grande partie de leur chaleur. L'aspiration est obtenue au moyen d'une cheminée qui part de l'extrémité inférieure du compartiment médian et se rend à un

(*) *c*, canal pour le gaz ; *c c*, anneau ; *d d*, cylindre de verre.

tuyau de fumée ou à l'air libre. » (Putzeys.) Ce système débarrasse donc les locaux des produits de la combustion du gaz, en même temps qu'il est économique. On lui reproche l'inélégance de ses appareils. La figure 158 reproduit l'aspect général des lampes à *bec récupérateur*. Dans le cas particulier, on a fait servir l'appareil, non seulement à l'évacuation des gaz de combustion, qui se rassemblent en B, mais encore à celle de l'air vicié de la pièce, par la gaine A, pratiquée dans l'entrevous E. Le modèle ci-dessus est l'un de ceux de la maison Wenham, de Paris. Le système Wouters, appliqué par l'usine Sée, à Lille, en est un perfectionnement, remarquable par le haut degré auquel est portée la récupération.

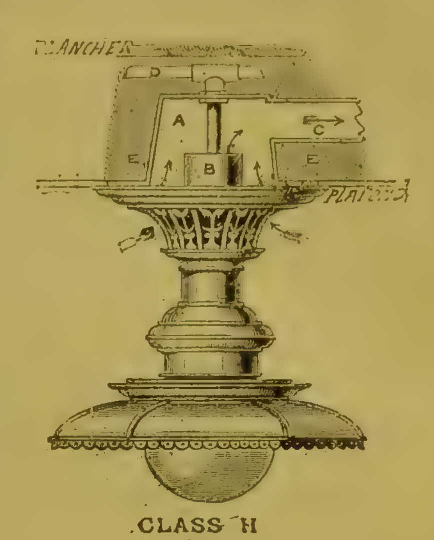


Fig. 158. — *Lampe à gaz* Wenham (système récupérateur).

Salubrité et assainissement de l'éclairage artificiel. — L'influence de l'éclairage artificiel doit être considérée : 1° par rapport à l'organe de la vue ; 2° par rapport à la respiration et la santé générale.

1° Vis-à-vis de l'organe et de la fonction visuels, les dangers de l'éclairage artificiel sont *par excès* ou *par défaut* :

a. La lumière artificielle peut être agressive pour l'œil en raison de ce fait que les flammes éclairantes *rayonnent de la chaleur* en même temps que la lumière. Les rayons obscurs sont même les plus nombreux, de beaucoup (80 à 94 p. 100). Les milieux réfringents de l'œil absorbent ces rayons calorifiques (Janssen), la cornée les deux tiers, l'humeur aqueuse les deux tiers du reste, de telle sorte qu'il en arrive à peine aux tissus profonds; mais l'irritation extérieure sur les paupières et leur bord, sur la cornée, n'en est pas moins positive.

Le verre est, heureusement, impénétrable pour une bonne part de ces rayons chauds ; une épaisseur de verre de 2 à 4 millimètres en arrête de 40 à 60 p. 100 (Landsberg). Le mica jouit de la même propriété. L'utilité des verres cylindriques, déjà si efficaces pour la combustion parfaite des gaz d'éclairage, prend donc un nouvel aspect. On s'explique, par la même raison, le rôle des globes. Ils soulagent les yeux, non seulement en atténuant l'intensité de la lumière artificielle lorsqu'il y a lieu, mais en interceptant les rayons chauds, offensifs pour l'œil.

Pour augmenter cet effet du verre sur la chaleur rayonnante, très gênante dans les « lampes de travail », Schuster et Baer entourent la flamme de deux verres cylindriques, l'un plus large que l'autre ; entre les deux, passe un courant d'air ascendant qui emporte une forte part de la chaleur. Fischer conseille même de teinter de bleu le cylindre extérieur, ce qui diminue, à la vérité, l'intensité lumineuse, mais n'a pas grand inconvénient dans une lampe de travail.

D'ailleurs, on éloigne le foyer de lumière, lorsque par sa nature, comme

celle du gaz, elle est d'une ardeur compromettante. Il est convenu, par exemple, que dans les écoles, les becs de gaz seront à 1 mètre au-dessus de la tête des enfants. Mais il faut ne pas oublier qu'en pareil cas la clarté de la lumière diminue comme le carré des distances (H. Cohn).

Les imprimeurs, les horlogers et quelques autres ouvriers dans des conditions analogues, qui ont besoin d'avoir la lumière près d'eux, préfèrent les lampes à huile ou à pétrole au gaz, en raison de la différence d'échauffement.

L'*intensité* elle-même de la lumière artificielle peut blesser l'œil, soit directement, soit par réflexion. Il est dangereux de regarder le soleil en face, même avec des verres fumeux; il y a une *cécité des neiges;* l'éclair qui accompagne les coups de tonnerre a causé des troubles visuels passagers et l'on cite les deux observations de Nodier « d'ophthalmie causée par la lumière électrique »; observations, toutefois, qui ne se représentent pas de nos jours. Dans tous les cas, ainsi que l'ont formulé Em. Trélat et Hermann Cohn, il est certain que tout foyer lumineux d'une certaine intensité, dont les rayons rencontrent l'œil directement, cause une situation désagréable et même une souffrance; il est même constant que s'il arrive, sur l'objet (livre ou cahier surtout) que l'œil examine, une quantité excessive de lumière, il en est réfléchi une partie également excessive, qui affecte encore péniblement la vision. En général, il ne faut pas que l'œil voie la source de lumière; nous ne voyons pas le soleil; le plafond du théâtre du Châtelet est autrement agréable que les lustres, dont une partie des spectateurs sont aveuglés; les couronnes de becs de gaz (*Sonnebrenner*, *Sun burners*) employées dans les salles de réunion sont tolérables, si elles sont placées fort au-dessus de la tête des assistants; la lumière électrique elle-même n'est agréable que quand on n'en rencontre pas du regard la source. En revanche, il n'est pas douteux que le « cordon de petites lampes à incandescence » que Javal propose de mettre sous chaque balcon de l'Opéra, de façon que pas un des spectateurs n'échappât à la vue directe d'un foyer lumineux, serait tout à fait insoutenable. Sans doute, on se place devant les yeux des verres bleus ou jaunes, comme Fieuzal les préfère, à moins que l'on n'entoure de verres semblables le foyer lui-même de la lumière. Mais il reste démontré que l'axiome de Javal : « jamais trop de lumière artificielle », n'est pas conforme aux besoins de l'hygiène. Il faut, dit H. Cohn, éloigner de l'œil ces sources de lumière directe ou les entourer de globes. Si ces deux précautions n'empêchaient pas la lumière d'arriver en excès aux objets sur lesquels doit s'exercer la fonction visuelle et de se réfléchir d'une façon agressive vers l'œil, les verres, les globes, les abat-jour sont insuffisants et il faut diminuer la source de lumière.

b. L'*insuffisance de lumière* n'est pas moins grave. Les recherches de de Mayer, Aubert, Cohn, Carp, ont montré que l'acuité visuelle augmente un peu plus vite qu'en proportion arithmétique, quand l'intensité lumineuse croît en progression géométrique et réciproquement. Mais il est remarquable que l'acuité visuelle baisse beaucoup plus vite, par suite d'un mauvais éclairage, chez les myopes que chez les individus à vue normale.

Cohn démontre, du reste, fort ingénieusement, que dans ces conditions l'action du muscle accommodateur détermine une tension du fond de l'œil et une congestion qui amènent la myopie ou qui l'augmentent chez les personnes déjà myopes, par l'allongement progressif antéropostérieur du globe de l'œil.

Comme il importe surtout d'éclairer les objets du travail et que d'ailleurs, ainsi qu'il a été dit, l'œil ne doit pas voir la lumière, il convient, quand la source de celle-ci est peu abondante, d'user d'abat-jour et de *réflecteurs*. Le même appareil peut remplir les deux offices, si l'on a soin que l'abat-jour, revêtu extérieurement d'une couche de couleur qui le rende opaque, présente à l'intérieur une surface blanche vernie. De la sorte, les rayons qui se perdraient au plafond et dans les murs sont utilisés. Le réflecteur est horizontal ou vertical, selon que le bec lumineux est dans l'espace ou appliqué contre un mur. On fait ces appareils en papier ou en métal; quelquefois, l'on se borne à entourer la flamme d'un globe de cristal dont l'hémisphère supérieur est dépoli, pour lui donner quelque pouvoir réfléchissant.

On n'est pas encore parvenu à exprimer clairement le minimum de lumière artificielle qu'il faut donner à une personne, occupée dans l'intérieur d'une pièce à un travail portant sur de petits objets. On poursuit ce but à l'intention des écoliers qui, à vrai dire, sont particulièrement intéressants et réalisent au mieux la situation supposée. Aussi devons-nous reprendre cette question à propos de l'HYGIÈNE SCOLAIRE, où il sera parlé aussi des essais de *photomètres*. En attendant, il y a quelques formules. Celle de Soyka est la suivante : « Le minimum de clarté doit être tel qu'on puisse lire sans effort l'écriture, dans les conditions d'acuité visuelle ordinaire ; ce qui arrive quand une source lumineuse de six bougies normales (voy. page 677) se trouve à $0^m,50$ de l'objet à voir. » Cohn fait remarquer, avec raison, qu'on ne parle pas de la grandeur de l'écriture et que l'expression de « vue distincte », souvent employée, est un peu élastique. Il propose de modifier ainsi la formule de Soyka : « Il faut une lumière à laquelle un œil sain puisse lire aisément), à la distance de $0^m,50$, l'écriture diamant du type le plus fin, n° 0,5 de Snellen. » Nous connaissons une autre formule, celle de Javal : « *Il n'y a jamais trop, il n'y a jamais assez de lumière artificielle* », au sujet de laquelle nous avons fait d'expresses réserves. Cohn lui-même, en déclarant qu'il l'accepte, entend que, s'il n'y a jamais trop de lumière artificielle, c'est qu'on peut toujours se débarrasser aisément de l'excès, tandis qu'il n'y a pas de palliatif à l'insuffisance.

2° Tous les corps consommés par l'éclairage répandent nécessairement dans l'air de nos habitations des produits de combustion parfaite et des produits de combustion imparfaite : CO^2 et eau, d'une part ; particules de charbon, oxyde de carbone, carbures d'hydrogène, quelquefois acide sulfureux. D'autre part, Gorup-Besanez prétend qu'à intensité lumineuse égale, il y a un rapport constant et peu variable entre la quantité des uns et celle des autres, de telle sorte, par exemple, que les oscillations de CO^2 produit par l'éclairage donneraient la mesure des proportions des produits de combustion incomplète. Dans un appartement de moyenne grandeur, il a vu la combustion pendant quatre heures et à intensité de lumière égale porter la proportion de CO^2 à 1,8 p. 1000 avec le pétrole, à 1,5 pour le gaz-lumière, à 1,2 en brûlant de l'huile. Comme, dans la pratique, on emprunte au gaz

une lumière plus intense qu'aux autres matières, l'altération de l'air par les becs usuels va bien à 3 p. 1000 de CO^2. Il est remarquable que les proportions d'acide carbonique ne s'élèvent pas en raison directe de la durée de la combustion ; c'est au bout de trois heures que le maximum est atteint.

Erismann a cherché directement les proportions de CO^2 (combustion parfaite) et celles d'hydrogène carboné (combustion imparfaite). Ce sont les lampes à pétrole bien faites qui lui ont offert les circonstances les plus avantageuses ; en général, l'altération de l'air n'est pas aussi considérable qu'on aurait pu le craindre. Dans un espace de 100 mètres cubes, avec une lumière égale à celle de 6 bougies normales et après huit heures de combustion, il a trouvé :

	Acide carbonique.	Hydrogène carboné.
Avec le pétrole	0,056 p. 1000	0,0017 p. 1000
— le gaz-lumière	0,047 —	0,0069 —
— l'huile de colza	0,109 —	0,0072 —
— les bougies	0,125 —	0,018 —

POUR UN ÉCLAIRAGE ÉGAL A CELUI DE 100 BOUGIES (NORMALES) A L'HEURE, IL FAUT :			PRODUITS DE L'ÉCLAIRAGE.		
MODE D'ÉCLAIRAGE.	QUANTITÉ.	PRIX.	EAU.	ACIDE CARBONIQUE.	CHALEUR.
		centimes.	kil.	m. cub. à 0°.	calories.
Électricité : arc voltaïque	$0^{ch},09$ à $0^{ch},25$	6,7 à 15,4	0,00	0,00	57 à 158
— par incandescence	0 ,46 à 14 ,9	18,5 à 18,6	0,00	0,00	290 à 536
Gaz d'éclairage, lampe récupératrice	$0^{mc},35$ à $0^{mc},56$	7,9 à 12,6	»	»	env. 1500
— brûleur d'Argand	0 ,80 à 2 ,00	18,00	0,86	0,46	4.860
— — à deux trous	2 ,00 à 8 ,00	45,00	2,14	1,14	12.150
Pétrole, grand brûleur rond	$0^{kil},28$	6,25	0,37	0,44	3.360
— petit brûleur plat	0 ,60	13,5	0,80	0,95	7.200
Huile solaire, lampe Schuster et Baer	0 ,28	6,7	0,37	0,44	3.360
— petit brûleur plat	0 ,60	14,2	0,80	0,95	7.200
Huile de colza, lampe Carcel	0 ,43	51,6	0,52	0,61	4.200
— lampe d'étude	0 ,70	84,0	0,85	1,00	6.800
Paraffine	0 ,77	174,0	0,99	1,22	9.200
Spermaceti	0 ,77	337,5	0,89	1,17	7.960
Cire	0 ,77	385,0	0,88	1,18	7.960
Stéarine	0 ,92	207,5	1,04	1,30	8.940
Suif	1 ,00	200,0	1,05	1,45	9.700

On ne se préoccupe pas assez de la vapeur d'eau qui contribue, avec la chaleur produite par l'éclairage, à rendre l'air étouffant.

Il est évident que la ventilation, même quand elle est à peu près abandonnée au hasard, diminue énormément la proportion d'acide carbonique que l'éclairage met dans l'air des locaux habités.

La construction des appareils influence surtout la production des éléments de combustion incomplète. Un bon tirage est, en général, favorable à la combustion intégrale ; cependant, si l'afflux d'air est excessif et que cet air soit froid, l'effet contraire est atteint ; la combustion se ralentit et il s'échappe des corps incomplètement brûlés. Les *oscillations* de la flamme sous l'influence des courants d'air, les flammes trop longues (lampes qui filent, huile, pétrole), assurent le même résultat et mettent de l'oxyde de carbone dans l'air. Pour cette raison, il ne faudrait jamais avoir un bec de gaz nu (bec papillon, en ailes de chauve-souris) dans l'intérieur des locaux.

En tenant compte des fuites que les appareils mal faits laissent s'accomplir dans l'habitation même, on comprend que l'éclairage au gaz, un peu largement établi, influence fâcheusement la santé des personnes qui ont cet éclairage partout, dans leur salle à manger, leur cabinet de travail et même leur chambre à coucher.

La réelle prophylaxie consiste à avoir des appareils scrupuleusement construits et installés. On y arrive vulgairement à notre époque, sans parler des systèmes (Siemens) qui évacuent du même coup les produits de la combustion. Aussi ne parlons-nous que pour mémoire du dispositif assez compliqué de Faraday, perfectionné par Rutter, qui enveloppe la flamme d'un globe de verre portant à sa partie supérieure une ouverture par laquelle les produits de combustion s'échappent dans un tube de métal qui les conduit à l'extérieur; et de cet autre, plus simple, en usage dans les casernes et les hôpitaux anglais, adopté depuis dans les hôpitaux de l'Allemagne du Nord, et qui consiste en un entonnoir renversé, de 25 centimètres de diamètre, suspendu à 1 mètre au-dessus de la flamme, duquel part un tube qui se termine au dehors ou aboutit à une cheminée d'appel. La grande quantité d'eau qui se condense le long des tubes d'évacuation gêne parfois ce fonctionnement.

Les fuites de gaz. — De tous les accidents qui peuvent être dus à l'éclairage, sans parler encore de la lumière électrique, les empoisonnements et les explosions causés par les fuites de gaz sont les plus redoutables.

Il y a deux sortes de fuites de gaz. Les unes se passent dans la maison, soit à la faveur des mauvais appareils, soit par rupture ou fissure d'un tuyau de distribution, soit simplement parce qu'on a oublié de tourner un robinet. Ce sont les moins dangereuses; l'odeur du gaz donne l'éveil, on cherche rapidement d'où vient la fuite et l'on s'empresse de l'oblitérer. Pourtant, elles sont volontiers la cause des explosions, parce que l'on pénètre, sans savoir, avec une lampe allumée, dans la pièce où le gaz s'est mélangé à l'air. Il arrive même qu'un domestique, remarquant l'odeur de gaz, allume une lampe tout exprès pour chercher la fuite et devient, naturellement, la première victime de son imprudence. Ces accidents seraient encore plus communs, si le gaz d'éclairage, plus léger que l'air, ne commençait par gagner le plafond. Dans tous les cas, il est bien clair qu'en semblable occurrence il faut ouvrir largement toutes les issues et, s'il se peut, établir un courant d'air dans la pièce avant d'y entrer, et surtout avant d'y introduire une flamme quelconque.

D'autres fuites proviennent de maljoints, d'érosions, de ruptures dans les conduites de distribution hors de la maison, ou encore de l'état de vacuité des siphons destinés à absorber l'eau que le gaz entraîne avec lui dans les tuyaux de conduite (Layet). Le gaz qui s'échappe ainsi se diffuse naturellement dans le sol, où les conduites sont plongées à 1 mètre de profondeur en moyenne. On a calculé que la proportion qui est perdue par ce mécanisme représente 5 p. 100 de tout le gaz produit, à Berlin (Roth et Lex), 10 p. 100 à Paris (Sainte-Claire-Deville), et davantage à Londres. Toutefois, Coglievina fait observer que, s'il est vrai que les compagnies de

gaz ne sont payées que des neuf dixièmes du gaz qu'elles fabriquent, il y a une part de l'autre dixième qu'elles consomment elles-mêmes et une part qu'elles fournissent pour rien, sans le vouloir, à l'éclairage municipal; en effet, elles sont payées pour fournir du gaz de telle heure à telle heure, c'est-à-dire qu'elles allument beaucoup de becs avant l'heure fixée et que d'autres de ces becs ne sont éteints qu'après.

Le gaz émané dans le sol s'y diffuse au-dessus et au-dessous de la conduite, mais en obéissant essentiellement à deux forces (Sudakoff): la tendance à s'élever verticalement, qu'il doit à sa faible densité; l'aspiration qui peut s'exercer à distance, en un point où l'atmosphère du sol subit une dépression.

Par son ascension verticale, le gaz s'échappe dans l'air des rues, par tous les points où un revêtement imperméable du sol (asphalte, fondation du pavage en bois) ne lui fait pas obstacle. Il reste inaperçu des humains, ce qui est beaucoup; mais il est meurtrier aux arbres des boulevards, des squares et des jardins publics (Eulenberg, Layet), à moins que l'on ne prenne des précautions spéciales pour l'en détourner. Il paraît qu'en hiver les racines des arbres exercent une aspiration horizontale sur le gaz répandu dans le sol.

Le sol lui-même n'est pas compromis par la présence du gaz d'éclairage; selon Sainte-Claire-Deville, ce serait plutôt le contraire, puisque le gaz jouit de propriétés antiseptiques par le goudron de houille, l'acide phénique et d'autres corps qu'il renferme. Toutefois, il ne paraît pas que le sol des villes soit sensiblement stérilisé de ce fait. En revanche, il exerce sur le gaz une action très importante, qu'ont signalée Biefel et Poleck : il le dépouille des hydrocarbures lourds et des matières odorantes, dans les proportions ci-dessous :

Composition du gaz d'éclairage (en volumes).

CORPS CONSTITUANTS.	AVANT LE PASSAGE A TRAVERS LE SOL.	APRÈS SON PASSAGE A TRAVERS LE SOL.
Acide carbonique	3,06	2,23
Hydrocarbures lourds	4,66	0,69
Gaz des marais	31,24	17,76
Hydrogène	49,44	47,13
Oxyde de carbone	10,52	13,93
Oxygène	0,00	6,51
Azote	1,08	11,71
	100,00	100,00

Ce gaz est donc bien plus dangereux que celui des fuites directes, puisqu'il est plus riche en oxyde de carbone et que rien ne prévient plus de sa présence. Cependant, une fois que le sol est saturé des éléments odorants, ou quand le gaz a passé très vite, le parfum spécial ne se perd plus. L'intensité de l'odeur dépend d'ailleurs des proportions du gaz dans l'air; on en remarque aisément des traces, 3 p. 10,000 (Gruber), quand il est mêlé directement à l'air normal; mais celui qui vient avec

l'air du sol, possédant toute son odeur à 18 p. 100 d'air, a semblé à Sudakoff et à quelques autres personnes en avoir déjà perdu à 12 p. 100, et ne plus pouvoir être soupçonné par l'odorat à 2,50 ou 3 p. 100.

Dans sa diffusion horizontale, le gaz peut aller assez loin; à Breslau, Biefel et Poleck l'ont vu produire des accidents mortels dans des habitations situées à 10m,75 en ligne droite de l'endroit où la conduite était rompue; une autre fois, il y avait 35 mètres de distance; dans une observation de Sudakoff, on en sentait l'odeur à 54 mètres. La cause capitale de son cheminement dans ce sens est la dépression, l'appel qui s'exerce sur l'air du sol par les habitations chauffées et plongeant dans le sol par des parois perméables et surtout par des caves non ventilées, à voûte non étanche. Les expériences de Welitschkowsky et de Sudakoff ont mis hors de doute cette loi, énoncée par Pettenkofer. Aussi la majorité des accidents se présentent-ils en hiver. Sur 20 cas d'empoisonnement par le gaz, notés à Munich, Pettenkofer en observa 5 en octobre, 2 en décembre, 3 en janvier, 8 en février, 2 en avril. Les autres circonstances invoquées sont d'ordre secondaire; ainsi, la plus grande abondance du gaz fabriqué (Layet), la diminution de perméabilité du sol gelé, le blindage des chaussées à l'asphalte, l'extrême perméabilité du sous-sol des villes, constamment remué, et les canalisations de diverse sorte le long desquelles il y a une sorte de vide virtuel qui dirige justement le gaz vers les habitations; toutes conditions qui ne sont pas sans valeur et qu'ont effectivement invoquées les chimistes (Wagner, Bunte) des Compagnies de gaz, lorsque celles-ci ont été inquiétées au sujet des malheurs dus à leur produit. La grande perméabilité du sous-sol urbain est probablement la seule explication des faits de Coudereau, qui trouva l'atmosphère d'une maison de la rue d'Aboukir pénétrée du gaz d'éclairage dans la belle saison, et de Wolffberg, à Bonn (1883). Ces derniers se passaient en juin; il y eut un mort et deux personnes près de succomber.

En été ou en hiver, on conçoit ainsi que le gaz entre dans une maison qui n'est même pas reliée à la distribution de ce moyen d'éclairage.

Il existe un assez grand nombre de cas d'empoisonnement par le gaz d'éclairage, mortels ou qui ont été sur le point de l'être, bien observés et publiés; mais Pettenkofer estime, sans trop de témérité, qu'un nombre peut-être plus grand encore de ces faits restent ignorés ou méconnus. Un médecin d'Augsbourg soignait un malade pour la *fièvre typhoïde* et l'eût soigné jusqu'à sa mort, si une dame, guidée par un odorat délié, ne se fût mise à la traverse et n'eût sauvé la vie du patient en dénonçant la fuite du gaz. Des sujets ont des maux de tête prolongés et répétés, au réveil surtout, du vertige, des nausées et des vomissements, un affaiblissement progressif; ils s'en vont vers une cachexie inexpliquée; c'est l'empoisonnement par le gaz d'éclairage, dont personne ne se doute, jusqu'à ce qu'une catastrophe violente, la mort brusque de quelqu'un dans cette famille ou dans la voisine, vienne mettre sur la voie.

Les faits qui ont eu quelque retentissement sont ceux de Tourdes, à Strasbourg

(1840), de Severin Caussé, à Albi (1874), de Jacobs, à Cologne (1874), de R. Cobelli, à Roveredo (1875), de Rochelt, à Innsbrück (1875), de Biefel et Poleck, à Breslau (1879), ceux de la rue de Vendôme, à Lyon (1879), cités par Layet, ceux de Sudakoff, à Munich (1885), dont il vient d'être question, et les cas de Dresde mentionnés par Pettenkofer dans ses *Entretiens populaires* (1877). Dans toutes ces observations, il y a eu des morts, ou tout au moins des individus en état de mort apparente, que l'on a pu rappeler à la vie avec plus ou moins d'efforts.

Les phénomènes morbides et la mort sont dus à l'*oxyde de carbone*, dont le gaz d'éclairage renferme de 4 à 12 p. 100, selon le soin avec lequel il est fabriqué. En effet, les hydrocarbures, lourds ou légers, du gaz, l'hydrogène lui-même, sont *irrespirables*, mais non point *toxiques* (Layet). Le seul élément qui ait cette dernière propriété est l'oxyde de carbone. C'est lui qui se fixe sur les globules du sang, avec une telle énergie qu'il empêche l'oxygène d'y parvenir. On sait que, dans ces sortes d'empoisonnements, le sang est *rutilant*, au lieu d'être noir comme dans l'asphyxie (Ollivier d'Angers, Tourdes, Layet et Jolyet).

A l'instigation de Pettenkofer, Max Gruber a étudié sur lui-même et sur des animaux, dans des expériences dont les résultats ont déjà été utilisés à propos du chauffage, la toxicité de l'oxyde de carbone. Le procédé qui lui a permis de déterminer exactement les proportions de CO dans les diverses atmosphères est celui de Fodor, lequel est un perfectionnement du procédé de Böttcher, avec utilisation des remarques de Vogel et de Hempel sur l'absorption de l'oxyde de carbone par le sang. On prend 12 à 20 litres de l'air à examiner; on l'agite pendant une vingtaine de minutes avec du sang dilué; l'hémoglobine absorbe tout le CO de l'air. On chauffe aussitôt le sang dans un petit ballon à travers lequel on fait passer, pendant trois ou quatre heures, un courant d'air que l'on débarrasse préalablement de son oxyde de carbone en le faisant barboter à travers une solution de *chlorure de palladium*. L'oxyde de carbone du sang, mis en liberté par la chaleur, se mélange à l'air du ballon, lequel passe à son tour à travers une nouvelle solution de chlorure de palladium. On pourrait peser le précipité métallique; mais il est préférable de titrer, comme Fodor et Welitschkowsky, le chlorure de palladium par l'iodure de potassium. On prépare, à cet effet, une solution de $3^{gr},118$ d'iodure de potassium dans 1 litre d'eau, dont 1 centimètre cube correspond à 1 milligramme de palladium. D'autre part, le précipité de palladium déterminé par CO est recueilli, traité par l'eau régale, redissous; c'est cette liqueur dont on dose la richesse par la solution normale d'iodure. Au calcul de Welitschkowsky : 1 milligramme de palladium est réduit par $0^{mgr},2641$ CO, ou 1 centimètre cube CO répond à $4^{mgr},755$ de palladium.

D'après Max Gruber, les quantités minimes de CO dans l'air sont bien supportées par les animaux; mais, quand on arrive à 0,07 ou 0,08 p. 100, on voit la dyspnée survenir et l'animal garder l'immobilité. Il ne sera pas plus malade si l'on continue à lui faire respirer l'oxyde de carbone, pourvu qu'on n'en augmente pas la proportion. Arrive-t-on à la dose de 0,1 à 0,2 p. 100, il y a une dyspnée plus forte et des troubles du mouvement, mais qui n'augmentent toujours pas par la prolongation de l'expérience à la même dose. Il en est de même des convulsions qui surviennent à 0,4 p. 100 de CO; elles peuvent durer des heures; l'animal ne meurt pas et se rétablit rapidement, s'il est rendu à l'air libre. Au-dessus de 0,4 p. 100, l'intoxication prend un caractère aigu et la mort survient en 30 à 60 minutes au milieu d'accidents formidables.

La persistance des phénomènes sans aggravation, aux doses faibles, semble prouver que CO se transforme en CO^2 dans le sang et ne s'accumule pas, comme on l'a cru.

Gruber lui-même respira, deux jours de suite, pendant trois heures chaque fois, un air à 0,021 p. 100 et même 0,24 p. 100 de CO, sans éprouver le moindre malaise. Il est porté à penser que la limite tout à fait inférieure de la toxicité de CO est peut-être 0,05 p. 100, mais à coup sûr 0,02 p. 100. E. Richard, supposant que la proportion moyenne de CO dans le gaz d'éclairage est de 10 p. 100, en conclut que 1 p. 1000 de gaz dans l'atmosphère d'une pièce causera du malaise aux habitants; mais qu'il en faudra de 4 à 6 p. 1000 pour que cette atmosphère devienne mortelle.

Prophylaxie. — Elle peut s'exercer dans trois directions : sur la fabrication du gaz, sur les conduites, sur l'agent même et le mode d'éclairage.

Il y a une façon de fabriquer le gaz d'éclairage qui en abaisse la proportion d'oxyde de carbone. Les techniciens de la spécialité n'en parlent pas; mais Sudakoff remarque que la proportion moyenne de 10 p. 100 de CO est tombée à 5 depuis que le gaz d'éclairage a vu surgir la redoutable concurrence de la lumière électrique. En effet, indépendamment des accusations des hygiénistes, l'oxyde de carbone nuit plutôt à la luminosité qu'il n'y contribue. Sudakoff s'étonne, d'ailleurs, que cet objet de consommation échappe à la surveillance de la police sanitaire, qui contrôle le pétrole et les denrées alimentaires. Layet rappelle que le *protochlorure de cuivre*, dissous dans l'acide chlorhydrique, absorbe en grande quantité l'oxyde de carbone, et émet l'idée d'appliquer à l'industrie du gaz cet agent *épurateur* ou tout autre analogue.

Il est certain, en effet, comme l'ont prouvé les expériences de Gruber, que le gaz d'éclairage dépouillé de son oxyde de carbone par le protochlorure de cuivre peut être respiré à 11 p. 100 d'air par des souris, sans leur causer autre chose qu'une légère ivresse.

Vis-à-vis des conduites de gaz, comme il est difficile d'éviter indéfiniment les ruptures, on s'efforce de donner issue dans l'air libre au gaz diffusé dans le sol. Layet conseille de mettre les pierres de revêtement des conduites en communication avec l'atmosphère par des *tuyaux de dégagement*, qui viendraient aboutir soit dans le socle des réverbères, soit dans le soubassement des édifices ; c'est aussi le moyen de concentrer, en quelque sorte, les émanations du gaz et de protéger le gazon et les arbustes des jardins publics. Coglievina redoute le danger d'explosions de la part des tuyaux d'échappement placés dans le pied des candélabres. C. Schmidt (de Breslau) a construit un appareil *avertisseur des fuites de gaz*, qu'il propose d'installer tous les 12 ou 15 mètres sur le trajet des conduites. C'est un tube de fer cylindrique, évasé à sa partie inferieure, terminé en haut par un récipient muni d'un couvercle; ce tube est placé en terre, l'extrémité évasée au-dessus de la conduite de gaz et le récipient entre les pavés. Un employé contrôle les fuites en soulevant le couvercle; il reconnaît le gaz à son odeur ou en l'allumant. Pour plus de sûreté, le récipient est pourvu d'un tube horizontal, chargé de perdre dans l'atmosphère le gaz qui pourrait s'accumuler dans l'appareil. Coglievina propose de conduire ce tube horizontal jusqu'au pied d'un édifice, d'où il remonterait sur la façade pour s'ouvrir dans une logette à hauteur d'homme, accessible de la rue comme pour les avertissements d'incendie. On y suspendrait une bandelette de papier au chlorure de palladium.

Le troisième moyen d'être à l'abri des dangers du gaz, c'est de le remplacer par la lumière électrique.

Éclairage électrique. — Davy obtenait la lumière électrique en faisant passer le courant à travers deux cônes de charbon de bois. Ceux-ci s'usaient rapidement; Léon Foucault leur substitua des cylindres taillés dans le charbon très dur et peu combustible qui reste au fond des cornues après la distillation de la houille, et trouva le moyen de régler la marche de ces charbons d'après les progrès de leur combustion, de telle sorte que, conservant la même distance, ils puissent donner constamment la même lumière. Le meilleur *régulateur* est actuellement celui de Serrin.

Aujourd'hui, au lieu de produire l'électricité par la pile Bunsen, à l'acide azotique et au zinc, on l'obtient à l'aide de la machine magnéto-électrique de Gramme, qui use de la houille, puisqu'elle demande à être mise en mouvement par une machine à vapeur. Indépendamment de cette combustion, le charbon qui donne naissance à l'arc voltaïque s'use en consommant l'oxygène de l'air.

La lumière électrique, en définitive, ne doit ses propriétés spéciales qu'à la condensation d'une grande quantité de chaleur dans un espace très restreint (Fontaine).

On s'est évertué à trouver mieux, comme électrodes, que le charbon de cornue, qui s'usait vite et inégalement et entachait de graves défauts l'éclairage électrique. Carré paraît avoir jusqu'aujourd'hui le mieux résolu le problème, et ce sont ses crayons qui ont rendu possible le succès des « bougies Jablochkoff ». En voici la formule :

Coke très pur en poudre presque impalpable................	15 parties.
Noir de fumée calciné..	5 —
Sirop spécial...	7 à 8 —

L'invention des bougies Jablochkoff, qui ne sont qu'une tentative après beaucoup d'autres de remplacer le régulateur, date de 1876. L'auteur fixa d'abord les deux charbons l'un contre l'autre, en les séparant par une bande isolante, en kaolin, infranchissable à l'arc voltaïque, mais qui se brûle et disparaît en même temps que les charbons. Depuis, ce « colombin » a été remplacé par un mélange de sulfate de chaux et de sulfate de baryte qui, au lieu de fondre, se volatilise et augmente l'éclat de la lumière. L'allumage se fait par l'incandescence d'un petit filet de charbon qui réunit primitivement les deux pointes. Pour compenser l'usure inégale des deux charbons, on emploie les machines *à courants alternatifs*.

La lumière de l'*arc voltaïque* est incolore ou légèrement violette. On ne la produit que très abondante et par foyers d'une grande intensité. Il y aurait d'ailleurs une perte économique à chercher à réduire ou à atténuer cette intensité lumineuse. De telle sorte qu'on doit se borner à employer l'arc voltaïque à l'éclairage des places, des rues, des gares de chemins de fer, des ateliers, et en général des locaux très vastes, — jusqu'au moment où le public exigera aussi une profusion de lumière dans les habitations privées (Albrecht). — Il est absolument rationnel, d'après ce

qui a été dit, que les lampes à arc voltaïque soient placées haut, au-dessus de la tête des individus, pour que l'œil n'en rencontre pas le foyer. Jaspar (de Liège) renvoie au plafond de la salle, au moyen d'un réflecteur, toute la lumière de l'arc voltaïque, qui lui-même n'est vu d'aucun point. L'Hippodrome et l'Eldorado, à Paris, sont éclairés par le plafond au moyen de foyers Jablochkoff (fig. 159).

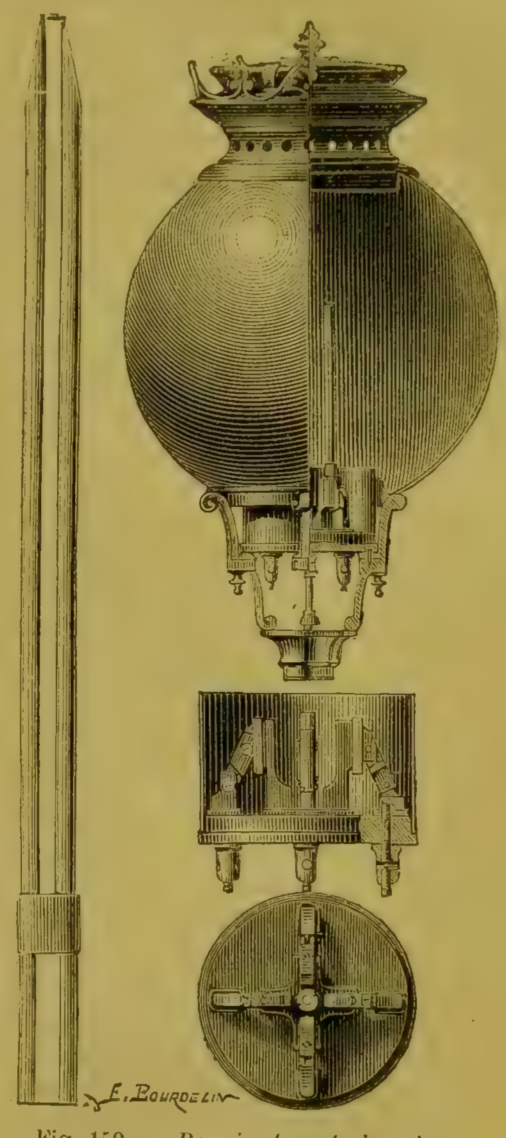


Fig. 159. — *Bougie et porte-bougies, système Jablochkoff.*

C'est en cherchant la divisibilité de la lumière électrique, c'est-à-dire le moyen de l'avoir sous forme de foyers d'intensité modérée, que l'on a trouvé les lampes *à incandescence* (Edison, Swan, Lane Fox, Maxim, etc.), où la lumière est produite par l'incandescence d'un fil de charbon, sur le passage du courant électrique. On peut avoir ainsi des lampes de l'intensité de 16 bougies normales, encore très éclatantes, puisque la flamme a dix fois moins de surface qu'une flamme de gaz d'égale luminosité ; mais que l'on peut atténuer à l'aide de globes en verre dépoli ou coloré. La lumière des lampes à incandescence a la teinte jaune de celle du gaz et paraît moins étrange que celle de l'arc voltaïque, un peu lunaire et funèbre. Comme on enferme dans un globe de verre le fil de charbon incandescent, le contact de celui-ci avec les objets voisins est supprimé, et c'est une garantie contre l'incendie. Si même le globe venait à éclater, l'action de l'air déterminerait en un instant la combustion complète du fil de charbon et, par suite, l'extinction de la lampe.

La supériorité de la lumière électrique au point de vue de la *richesse de l'éclairage* est évidente ; à cet égard, elle est également supérieure pour l'hygiène. En ce qui concerne les qualités intrinsèques de cette lumière, avec les bons régulateurs modernes de l'arc voltaïque, avec les globes dépolis des lampes Edison ou Swan, avec les perfectionnements adoptés dans l'installation des éclairages électriques, il ne semble pas qu'il puisse persister quelque inquiétude. Il paraît que les rayons jaunes et rouges ont les ondulations plus longues, les rayons violets et bleus des ondulations plus courtes et plus rapides ; on sait aussi que les couleurs jaunes et rouges

fatiguent plus vite que le bleu et le violet; mais il n'est guère de bonnes raisons pour affirmer que tels rayons sont plus ou moins salubres que d'autres. Javal et Fieuzal ont abandonné les lunettes bleues pour les lunettes jaunes; mais Cohn reste indifférent. Il est clair, toutefois, qu'il sera au moins aussi gênant d'avoir dans les yeux une lampe Edison qu'un bec de gaz, et qu'il en résultera des phosphènes de quelque durée.

Mais les raisons pour lesquelles l'hygiène a si bien accueilli la lumière électrique sont essentiellement qu'elle n'altère ni n'échauffe l'air et qu'elle coupe court aux dangers d'empoisonnement, d'explosion ou d'incendie, si redoutables de la part du gaz.

D'après les expériences de Fontaine, une lampe voltaïque, donnant une lumière de 100 becs Carcel, brûle par heure 5 centimètres de charbon de cornue, pesant environ 12 grammes; d'où la production de 44 gr. CO^2 ou 12 litres par heure. C'est insignifiant; mais les lampes à incandescence en donnent moins encore, puisqu'on les enferme hermétiquement dans des globes. Aussi peut-on dire qu'elles n'en produisent pas du tout.

La lumière étant produite par la tension électrique plutôt que par la combustion, cet éclairage échauffe beaucoup moins l'air que les autres. Tyndall a d'ailleurs démontré par des expériences de toute beauté que les rayons obscurs sont ici moins abondants que dans la lumière du gaz.

	Rayons visibles.	Rayons invisibles.
Lumière du gaz	1	24
— du fil incandescent	1	23
— de l'arc voltaïque	1	9

A $0^m,20$ de distance, le gaz échauffe deux fois autant que la lumière par incandescence. Renk plonge une lampe Swan de 17 bougies dans 9 litres d'eau à une température de 5°,2; en 30 minutes, la température avait gagné 7 degrés, ce qui correspond à 42 calories par heure. Dans le même temps, un bec Argand en eût produit 980, c'est-à-dire 23 fois plus.

Le Théâtre Royal et le Théâtre de la Cour, à Munich, sont éclairés à la lumière électrique depuis quelques années. Cette circonstance a permis à Pettenkofer et à Renk de comparer cet éclairage avec l'éclairage au gaz, sous le rapport des altérations et de l'échauffement de l'air.

	Éclairage.	Acide carbonique p. 1000.	Élévation de la température.
Théâtre Royal	Avec le gaz	2,4	6°,6
	— l'éclairage électrique	1,8	0°,8
Théâtre de la Cour	— le gaz	3,28	10°,8
	— l'éclairage électrique	1,85	7°,4

Renk remarque, en outre, que l'éclairage électrique élève moins que le gaz le degré hygrométrique de l'air et n'y projette point les particules charbonneuses qui, désastreuses pour la décoration des salles, n'ajoutent rien à la liberté du fonctionnement des poumons humains.

L'éclairage électrique se répand aujourd'hui partout, dans les habitations collectives, et n'a plus besoin qu'on plaide sa cause. L'urgence de son entrée dans les habitations privées est moindre; mais il leur aura rendu ce service qu'il stimule le zèle des Compagnies de gaz et des cons-

tructeurs d'appareils destinés à ce mode d'éclairage, si bien que celui-ci gagne de jour en jour en efficacité et surtout en salubrité.

Il n'y a pas de raison pour passer sous silence les accidents, dont quelques-uns mortels, survenus chez des électriciens téméraires ou chez d'autres personnes qui se sont trouvées par mégarde sur le circuit d'un courant électrique intense. Le Dr E. Grange a rappelé un certain nombre de ces cas, justement à l'occasion de la fulguration de deux jeunes gens qui, le 6 août 1882, en voulant franchir un fossé, s'embarrassèrent dans le réseau de fils électriques établis pour éclairer une fête dans le jardin des Tuileries. Nous en rapprocherons le « coup de soleil électrique » observé par Defontaine sur les personnes qui assistent, à 10 mètres de distance, à la soudure directe de l'acier sous un arc électrique donnant une lumière équivalant à 1000 lampes Carcel (Terrier).

Bibliographie. — Poncet (F.) : *De l'éclairage par la lumière électrique* (Progrès médical, juillet-août 1880). — Javal : *Sur l'éclairage électrique au point de vue de l'hygiène de la vue* (Rev. d'hyg., III, p. 933, 1881). — Fischer (F.) und Cohn (H.), *Ueber künstliche Beleuchtung* (D. Vierteljahrsschr. f. œff. Gesdpflg., XV, p. 619, 1883). — Field (Léopold) : *Leçons sur les agents solides et liquides d'éclairage* (Moniteur scientifique de Quesneville, nos 1-3, 1884). — Pettenkoffer (Max. v.) : *Beleuchtung des kgl. Residenztheaters in München mit Gas und mit elektrischem Licht* (Archiv f. Hyg., I, p. 384, 1884). — Du Claux (V.) : *L'explosion de la rue Saint-Denis* (Ann d'hyg., XI, p. 401, 1884). — Poincaré (L.) : *Recherches expérimentales sur les effets d'un air chargé de vapeurs de pétrole* (Ann. d'hyg., XII, p. 312, 1885). — Grange (E.) : *Des accidents produits par l'électricité* (Annal. d'Hyg., XIII, p. 53, 1885). — Renk (Friedr.) : *Die elektrische Beleuchtung des Kgl. Hof-und Nationaltheaters in München nebst Bemerkungen über den « Glanz » des elektrischen Glühlichtes* (Archiv f. Hyg., III, p. 1, 1885). — Albrecht (H.) : *Beleuchtung* (Bericht über die allgem. deutsche Ausstellung auf d. Gebiete der Hygiene und des Rettungswesens Berlin, III, p. 103. Breslau, 1886). — Trélat (Em.) : *La fenêtre source de lumière dans la maison* (Rev. d'hyg., VIII, p. 647, 1886). — Martin (G.) : *De l'éclairage électrique dans les théâtres* (Rev. sanit. de Bordeaux, nos 87-90, 1887). — Galezowski : *Des conditions d'éclairage dans les bureaux des administrations publiques et privées* (Rev. d'hyg., IX, p. 482, 1887). — Terrier : *Coup de soleil électrique* (Soc. de chirurg., 28 décemb. 1887).

Gaz d'éclairage. — Layet (Alexand.) : *Des accidents causés par la pénétration souterraine du gaz de l'éclairage dans les habitations* (Revue d'hygiène, 1880, no 2). — Du même : *Le gaz d'éclairage devant l'hygiène* (Congrès internat. de Turin et Revue d'hygiène, no 11, 1880). — Arnould (Jules) : *Sur un cas d'intoxication oxy-carbonée chez un ouvrier d'usine à gaz* (Société industrielle du nord de la France, avril 1880). — Biefel (R.) und Poleck (Th.) : *Ueber Kohlendunst und Leuchtgasvergiftung* (Zeitschrift f. Biolog., XVI, p. 279, 1880.) — Lafargue (E.) : *Empoisonnement par le gaz d'éclairage* (Annal. d'Hyg., IX, p. 446, 1883). — Gruber (Max) : *Ueber den Nachweis und die Giftigkeit des Kohlenoxyds und sein Vorkommen in Wohnräumen* (Archiv f. Hyg., I, p. 145, 1883). — Welitschkowsky (D.) : *Experimentelle Untersuchungen über die Verbreitung des Leuchtgases und des Kohlenoxyds* (Archiv f. Hyg., I, p. 210, 1883). — Fokker (A.-P.) : *Ueber die hygienische Bedeutung und die Erkennung des Kohlenoxyds* (Arch. f. Hyg., I, p. 504, 1883). — Wolffberg (S.) : *Leuchtgas Vergiftung nach Bruch des Strassenrohrs* (Archiv f. Hyg., I, p. 267, 1883). — Gruber (Max) : *Ueber die hygienische Bedeutung und die Erkennung des Kohlenoxyds* (Arch. f. Hyg., II, p. 246, 1884). — Richard (E.) : *Le gaz d'éclairage et l'oxyde de carbone* (Rev. d'Hyg., VI, p. 304, 1884). — Wagner (A.) : *Ueber Gutachten bei Leuchtgasvergiftung* (Repert. der analyt. Chemie, p. 342, 1884). — Bunte (H.) : *Bericht über die im Auftrag des Vereines ausgeführten Arbeiten* (Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, 1885). — Sudakoff (Alexand.) : *Ueber die Bewegung des Leuchtgases im Boden in der Richtung geheizter Wohnräume* (Arch. f. Hyg., V, p. 166, 1886). — Coglievina : *Undichtigkeitsprüfer für Strassengasleitung. — Ueber Undichtheiten in Strassengasrohrnetze und die Mittel zu deren Abhilfe* (Gesundheits-Ingenieur, 1-15 juin 1887).

VII. — Éloignement des immondices.

Les espèces animales, à l'état sauvage, n'infligent au sol d'autres immondices que leurs matières excrémentitielles; lorsque l'espace de terrain qu'elles occupaient en est infecté, elles ont un moyen d'assainissement très simple, celui d'abandonner le foyer putride pour aller chercher un coin de terre vierge. L'homme, essentiellement sociable, invinciblement sollicité vers la vie par groupes d'individus et de familles, produit beaucoup plus de déchets organiques putrescibles et n'a plus la ressource de fuir le sol imprégné de ses excrétions.

Il a d'ailleurs des habitudes qui multiplient autour de lui les *matériaux usés*, et, par le fait des transformations naturelles que subissent ces matériaux, compromettent tout d'abord l'atmosphère des habitations et leurs parois.

A. Les foyers de souillures dans la maison.

Les souillures auxquelles les habitations sont exposées se rapportent à trois ordres d'objets : les *excrétions*, urines et matières fécales, les *ordures ménagères*, les *eaux ménagères*. Pour des cas assez nombreux, il faut joindre à celles-ci les *eaux industrielles*. Accessoirement, et surtout quand il s'agit d'habitations rurales, il y a lieu de s'occuper des *excrétions des animaux*.

1° **Les excrétions humaines**. — Les évacuations solides s'élèvent au poids de 131 grammes par jour pour un adulte, suivant Donders, à 170 grammes, d'après Vierordt. L'âge et le sexe font naturellement varier cette quantité. Wolf et Lehman ont donné des chiffres allant de 25 grammes (jeunes filles) à 150 grammes (hommes) de matière fécale et de 450 grammes à 1500 grammes d'urine par jour. Le tableau ci-dessous, de Letheby, tient compte de ces différences et indique la constitution des substances excrémentitielles.

ÉLÉM. CONSTITUANTS.	SEXE MASCULIN.		SEXE FÉMININ.	
	GARÇONS.	HOMMES.	FILLES.	FEMMES.
URINE.				
État frais	563 gr,45	1372 gr,70	478 gr,58	902 gr,28
Matière sèche	27 ,47	62 ,28	21 ,26	45 ,02
— organique	19 ,19	48 ,76	16 ,26	34 ,47
Azote	4 ,70	13 ,64	4 ,56	9 ,24
Matières minérales	8 ,28	13 ,52	4 ,99	10 ,55
Acide phosphorique	0 ,99	1 ,95	0 ,68	1 ,39
Potasse	1 ,13	2 ,21	0 ,77	1 ,55
FÈCES.				
État frais	96 gr,97	149 gr,55	30 gr,07	40 gr,08
Matière sèche	24 ,92	31 ,52	7 ,99	10 ,66
— organique	21 ,50	26 ,62	6 ,92	9 ,21
Azote	1 ,39	1 ,76	0 ,45	0 ,62
Matières minérales	3 ,32	4 ,90	1 ,08	1 ,11
Acide phosphorique	1 ,10	1 ,76	0 ,37	0 ,51
Potasse	0 ,39	0 ,55	0 ,11	0 ,17

La moyenne pour tous les âges serait donc aux environs de : *Fèces* 80 grammes : *urine* 900 grammes. Lent, à Cologne, porte ces chiffres respectivement à 100 grammes et à 1200 grammes. On peut accepter cette estimation pour les grandes villes, où les adultes sont en grand nombre.

Il faut compter un poids annuel de près de 240 kilogrammes d'urine par chaque individu, dans la population mélangée, et d'environ 30 kilogrammes de matière fécale ; le tout représentant un volume d'au moins un quart de mètre cube et une quantité d'azote presque égale à celle que contient le corps de l'individu moyen que l'on prend ici pour base. Suivant Pettenkofer, ces chiffres seraient : 428 kilogrammes d'urine et 34 kilogrammes de matière stercorale, par individu et par an.

L'urine renferme de 93,3 (Berzélius) à 96 (Liebig) p. 100 d'eau ; les fèces, 75 p. 100. Les 5/6 de l'urine sont rendus en dehors des garde-robes.

Les fèces solides se corrompent d'autant moins vite qu'elles reçoivent moins d'eau et surtout d'urine (Pappenheim). Quand elles peuvent se dessécher, ne fût-ce que superficiellement, elles passent presque inaperçues ; il y a là l'explication d'une part de l'action des absorbants. L'urine, seule, reste acide pendant plusieurs jours ; mêlée à des matières intestinales, elle se putréfie plus vite, grâce aux ferments des premières, si abondants que les fèces fermentent presque aussitôt avec de l'eau pure qu'avec l'urine.

Ainsi, l'homme produit, chaque jour, une masse considérable de matière à putréfaction, ou plutôt de matière déjà putride, car les organismes saprophytes y pullulent, et une part des substances volatiles qui donnent aux excréments leur fumet sont fabriquées par ces bactéries.

Mais les bactéries banales peuvent n'être pas les seules. Nous avons appris à connaître (chap. IV) des microorganismes pathogènes qui habitent l'intestin ou qui sont répandus à sa surface interne par les ulcérations de sa muqueuse ; d'autres passent à travers le rein quand le filtre rénal, au contact de la matière infectieuse, subit quelque solution de continuité. Les agents infectieux se trouvent donc, de temps à autre, dans la gangue excrémentitielle, et la question se pose inévitablement de savoir si ce n'est pas là un moyen puissant de propagation des maladies les plus redoutables.

2° **Les ordures ménagères.** — On comprend sous ce titre les épluchures de légumes ou de fruits, les débris des repas, les déchets culinaires, les produits du balayage des locaux, mêlés à des fragments de papier, d'étoffes, de vaisselle cassée. Cet ensemble est, au premier abord, peu inquiétant et ne semble pas devoir recéler des agents dangereux. Cependant il est clair que l'accumulation des déchets et la prolongation de leur séjour dans les logements en rend la fermentation inévitable, puisqu'ils contiennent une notable proportion de matière organique. De là une multiplication des organismes de la putréfaction, qui trouvent dans cette masse un terrain nourricier ; de là des odeurs et, à un certain moment, des poussières, si l'on n'a soin de recueillir et d'éloigner au plus vite ces détritus. Petten-

koffer en évalue le poids à 90 kilogrammes par individu et par an.

3° **Les eaux ménagères.** — Cette classe semble devoir réunir les eaux de vaisselle, les eaux de toilette et de bains, les eaux de lavages de toute forme. Les premières sont manifestement riches en matière organique, par conséquent putrescible. Les autres emportent les déchets épidermiques, les excrétions de la peau, les impuretés restées adhérentes aux ustensiles, aux linges, aux meubles, aux murs et aux planchers. A ce titre, elles sont putrescibles comme les précédentes et, en outre, deviennent dangereuses si elles ont lavé la peau de quelque individu atteint de variole, de rougeole ; la bouche de quelque diphthéritique, le linge d'un cholérique ou d'un typhoïsant.

Ces eaux représentent toujours au moins la moitié de toute l'eau qui est consommée dans la maison.

Les *eaux industrielles* sont de constitution et de volume variables selon les industries ; les unes évacuent surtout des substances minérales, d'autres mêlent aux eaux des matières organiques (distilleries, raffineries, dégraissage des laines, boyauderies, tanneries, etc.). Les seules eaux de condensation entraînent de la graisse des machines à vapeur. A Birmingham, on compte $0^{mc},222$ par tête et par jour d'eau industrielle ; à Glasgow, $0^{mc},363$; à Reims, où l'on connaît l'importance des industries de la laine et autres, $0^{mc},406$. En somme, pensent Schlœsing et Durand-Claye, si l'on peut estimer de 100 à 150 mètres cubes par jour et par tête la quantité d'eau d'égout dans les villes ordinaires, il faut doubler le chiffre pour les villes essentiellement industrielles.

Les eaux d'une usine à coton ont donné à Lent 45 milligrammes de matière organique par litre, non compris l'ammoniaque. Les eaux épuisées d'une tannerie renfermaient $84^{gr},59$ de résidu fixe, dont $31^{gr},283$ de matière organique. Trois sucreries, selon Knapp, versaient dans les fossés de Brunswick 1600 kilogrammes par jour de matières organiques, représentant 39 kilogrammes d'azote.

Les *excrétions des animaux* varient d'importance avec les habitudes de chaque localité et selon le nombre de bêtes que l'on y entretient. Dans beaucoup de localités rurales, le nombre des chevaux et des têtes de bétail l'emporte de beaucoup sur celui des humains ; les écuries et les fumiers forment un des plus graves côtés de l'hygiène rurale. Dans les villes, ce nombre dépend des besoins réels des habitants et de la tolérance municipale. Lent, à Cologne (150,000 habitants), compte 1800 chevaux, non compris ceux qui, de la campagne, viennent y séjourner plus ou moins longtemps ; 2,918 chiens, 250 bêtes bovines.

B. Rôle étiologique de la malpropreté domestique.

Les principes nuisibles des immondices influencent l'économie par l'intermédiaire de l'air (émanations, gaz et vapeurs, poussières organiques, microorganismes), ou à la faveur d'un véhicule alimentaire, l'eau de boisson, les aliments proprement dits, ou enfin par les contacts directs. Leurs pro-

priétés peuvent d'ailleurs être *banales* ou *spécifiques*. Il est presque inutile de dire que les matières excrémentitielles et même, pour préciser davantage, les *matières fécales* réalisent au plus haut degré et résument tous les dangers que l'on peut rencontrer chez les autres. On a dit que ces matières sont moins dangereuses *fraîches* que *putréfiées*. Peut-être sont-elles moins incommodes. Quant aux dangers qu'elles recèlent, c'est une question qui comporte une analyse et des distinctions importantes et ne se résout point par une simple formule.

Le poison fécal. — Les excréments de tout animal, même sain, sont pour lui un poison. Le fait a été démontré expérimentalement par Stich (1853), à l'aide d'injections, dans les veines, de solutions fécales, aqueuses et filtrées. Par l'ingestion gastrique, l'influence morbide ne se montrait qu'autant qu'il s'agissait de déjections d'un animal malade, de la même espèce ou d'une autre; à hautes doses, le liquide fécal provoquait une inflammation aiguë, quelquefois mortelle, de l'intestin, la tuméfaction du foie, de la rate, des glandes intestinales ; à petites doses répétées, il déterminait sur l'intestin des altérations fort voisines des lésions de la fièvre typhoïde. Chose remarquable, l'inhalation pulmonaire des émanations fécales ne parut jamais rien produire.

En envisageant expressément la question de l'éloignement des immondices à Munich, Emmerich rappelle que l'urine fraîche peut à la rigueur être bue impunément; que le Dr Simon, de Heidelberg, a prouvé que les lotions faites sur les plaies avec de l'urine fraîche, ne gênent en rien la cicatrisation, et qu'on peut injecter sous la peau d'un chien jusqu'à une livre d'urine fraîche, et 16 grammes à un homme, sans provoquer d'accidents, tandis que l'urine altérée par une stagnation de quelques jours à l'air devient rapidement toxique. Lui-même injecte 20 centimètres cubes d'urine ayant stagné quelques jours à un lapin du poids de 1,310 grammes; au bout de 43 heures, le lapin avait succombé à des accidents septicémiques. D'où la conclusion qu'il ne faut pas se rassurer par cela que les égouts ne renferment que les urines en fait de matières excrémentitielles. Quant aux excréments humains, même à l'état frais, c'est un poison. Une injection sous-cutanée d'un extrait aqueux concentré de ces matières tue rapidement un lapin ; une dilution au dix-millième, en injection, se révèle encore par des accidents ; à un vingt-millième, l'extrait est inoffensif pour un lapin à la dose de 60 centimètres cubes. L'eau qui contient des excréments humains dans la proportion de 1 sur 20,000, peut être bue sans inconvénient. En revanche, le liquide qui découle des excréments en stagnation a tué en 16 heures, à la dose de 8 centimètres cubes (en injection), un lapin de 2,000 grammes. Ce liquide contient par litre :

Substances dissoutes	19gr,450
— perdues par la chaleur rouge	11 ,560
Chlore	2 ,343

Les *eaux ménagères*, les *eaux de fabrique* et même les eaux de lavages des parquets, si elles ont croupi quelques jours, sont également toxiques, bien qu'inoffensives à l'état frais. Les eaux pluviales, qui entraînent le crottin des rues, tuent en 17 heures, à la dose de 36 centimètres cubes, un lapin de 1,220 grammes. Elles contiennent par litre : substances dissoutes 7gr,704 ; matières organiques 1gr,975 ; ammoniaque 0,020.

Ces expériences, qui rappellent celles d'Arnold Hiller, nous reportent à l'action des *ptomaïnes* (voy. p. 472). Elles ne préjugent rien de celle des agents vivants, qui peuvent foisonner dans les immondices en putréfaction.

Maladies de malpropreté domestique. — *Influence banale.* — Les matières organiques putrides offensent assurément, ne fût-ce qu'à titre de corps étrangers, les voies qui les introduisent et les organes qui les reçoivent; l'arbre aérien et le poumon, quand c'est l'air qui les amène; l'estomac et tout le tube digestif, quand elles arrivent avec l'eau ou toute autre substance alimentaire. Léon Colin a pensé que ce pouvait être là le côté le plus positif de l'action des eaux impures, et nous-même avons cherché à étendre cette vue étiologique; les souillures organiques ne détermineraient pas précisément par elles-mêmes la fièvre, le choléra, le typhus abdominal, mais elles prépareraient merveilleusement l'économie à être le théâtre de ces évolutions pathologiques, en déterminant une *pars minoris resistentiæ*, précisément dans les organes dont le trouble histologique ou fonctionnel a l'habitude de caractériser la fièvre typhoïde, la fièvre palustre ou le choléra. Pour deux au moins de ces affections, c'est l'intestin qui souffre le plus expressément.

Ce fut constamment l'avis des médecins français les plus autorisés, Pidoux, L. Laveran, Peter, Damaschino, que la malpropreté intérieure est la première de toutes les *misères physiologiques*, desquelles procèdent d'ordinaire les affections banales de poitrine, la dégénérescence scrofuleuse, la décadence organique des familles, et ce fléau beaucoup plus redoutable que le choléra, la *phthisie pulmonaire*, avec ses équivalents nosologiques : la tuberculisation péritonéale, méningée, etc.

Il n'est plus possible, aujourd'hui, d'admettre un rapport direct entre la dispersion des immondices dans la maison et le développement de la tuberculose; mais tout prouve que, parmi les circonstances préparantes ou aggravantes de cette maladie, la simple animalisation de l'air par les produits de la respiration (Brown-Séquard) et par l'exhalation cutanée, le confinement atmosphérique, l'aération insuffisante ou nulle, jouent toujours un rôle de premier ordre. Or, cette action est de même sens et de même nature que la souillure de l'air, de l'eau, des aliments, par les immondices. Et celle-ci est le plus haut degré d'une altération des milieux, identique à la première. Qu'est-ce qui rend l'air des villes, des casernes, des ateliers, si peu vivifiant, si insuffisant, si favorable à l'éclosion tuberculeuse? La vie en commun, sans doute; l'agglomération des individus, des locaux trop remplis, un air auquel trop de poitrines s'alimentent et qui ne se renouvelle pas en proportion des besoins. Mais c'est surtout, évidemment, la présence des immondices, dont le volume croît comme le nombre des individus, dont les récipients sont installés d'une façon lamentable dans presque toutes les habitations collectives et même dans les demeures particulières des quartiers pauvres des grandes villes, vieilles ou modernes. Avec l'odieuse négligence qui règne à cet égard, la matière organique revient aux économies par toutes les voies et tous les modes; émanations des matières fraîches, particules et germes flottants dès que la fermentation s'en est emparée, infiltrations dans le sol, souillure des eaux, etc.

La mortalité phthisique dans les prisons est bien connue; Baly a reconnu que,

dans les prisons de Londres, elle était trois à quatre fois plus forte que dans la population libre d'âge correspondant à celui des détenus. Il y a de cela beaucoup de raisons. Mais Parkes, comparant des prisons bien ventilées avec d'autres mal tenues et infectes, constate que la mortalité phthisique n'est que de 7,9 p. 1000 dans les premières, tandis qu'elle atteint 51,4 dans les secondes.

On ne saurait beaucoup insister sur la recherche des preuves d'un rapport qui est général et s'associe à d'autres du même genre, surtout en face d'une maladie spécifique et transmissible. Cependant il nous a semblé que les villes où l'évacuation des immondices laisse le plus à désirer figurent de préférence parmi les cités à haute léthalité phthisique. Paris et Lille, spécialement, ont 16 à 17 décès phthisiques p. 100 décès généraux. Vienne et New-York, plus de 20 p. 100. Peut-être y a-t-il une influence de ce genre dans la léthalité tuberculeuse de l'armée et conviendrait-il de faire à cet égard des comparaisons d'une garnison à l'autre, des casernes de la même ville entre elles.

Il n'est pas bon de multiplier les relations étiologiques d'un même agent, et l'esprit se prête mal à voir la *vie en commun*, l'*encombrement*, la *saleté* domestique, degrés en ordre ascendant d'une même situation antihygiénique, se montrer uniformément à l'origine de maladies de noms divers. C'est rester dans un vague peu fertile en conclusions pratiques que de mettre au compte de la malpropreté intérieure tout à la fois : l'anémie, la scrofule, la phthisie, une part des affections thoraciques, la stomatite ulcéreuse, la diphthérie, la diarrhée, la dysenterie, les typhus, etc. Malgré cela, pourtant, et malgré l'innocuité des inhalations fécales de Stich, nous ne pouvons nous défendre de croire que la respiration habituelle d'un air malpropre déprime l'économie, sans bruit il est vrai, et tout au moins ouvre la porte aux maladies banales, voire aux affections spécifiques, et dispose les individus à les avoir plus graves. D'où viendrait, sans cela, la haute mortalité des quartiers misérables des grandes villes et de leurs hôpitaux, ne fût-ce que dans le cadre des affections banales? Ce sont les asiles de la misère et des empoisonnés des poisons putrides et stercoraux.

Au début du *typhus* d'Algérie de 1868, les produits des inflammations de mode inférieur et ceux des maladies à évacuations intestinales abondantes (diarrhée, dysenterie) nous paraissaient devoir être particulièrement signalés comme capables de constituer l'étoffe putride typhigène. Si l'observation est bonne, le *typhus exanthématique* relève d'assez près de la souillure fécale, non spécifique ; et ce que l'on appelle *encombrement* n'est autre chose que le pouvoir que possède une agglomération d'hommes de déterminer l'accumulation, sur un point, de cette matière putride et de quelques autres à peu près équivalentes, les excrétions cutanées et pulmonaires. La « maladie des prisons » ne retrouvait-elle pas, à son origine, d'une façon très frappante, ces foyers de putréfaction dans l'air des détenus, à l'époque où les baquets d'immondices, tout ouverts, passaient la nuit avec les hommes et que le vulgaire avait trouvé cette expression peu métaphorique : « pourrir en prison »? Et pour qui a vu les abords d'un campement occupé pendant quelques jours par une troupe armée, avec ou sans encombrement, il ne saurait être douteux que le « typhus des camps » a des rapports avec l'infection fécale du sol et de l'air des abris

improvisés. Dans les épidémies d'Irlande et de Silésie, on a vu des gens affamés, habitant des huttes sans air, entassés ; mais aussi ces malheureux vivent côte à côte avec des animaux, des porcs généralement, et par conséquent dans le fumier.

Nous ne voulons pas, d'ailleurs, présenter comme exclusif ni surtout direct ce rapport étiologique vis-à-vis d'une maladie dont les conditions de développement paraissent être fort complexes.

Edwin Chadwick et John Simon ont présenté autrefois, comme une maladie de malpropreté, la *diarrhée* qui constitue une sorte d'endémie dans certaines localités d'Angleterre. Ils ont insisté sur ce point que les localités, les maisons, les rues particulièrement maltraitées, souffraient visiblement de l'amoncellement fécal, de la souillure putride de l'air et de l'eau, tandis que les villages ou villes naturellement drainés par leur position sur une hauteur, ou pourvus d'une canalisation et d'un bon système d'éloignement des immondices, connaissaient à peine ce fléau. La mortalité par diarrhée était nulle ou de 1 p. 1,000 habitants dans les maisons et les rues de cette dernière catégorie et atteignait 7,7 p. 1000 dans les autres. Sander ajoute que, dans quelques districts, la santé sous ce rapport s'est améliorée en raison exacte des travaux de canalisation et d'éloignement des matières fécales. Coventry, canalisée vers la fin de 1850, avait eu 121 cas mortels dans les dix années qui précédaient, elle n'en eut que 61 dans les dix qui suivirent. Manchester et Salford, qui ont conservé le vieux système de fosses, ont toujours la diarrhée.

Il va sans dire que l'imprégnation fécale de l'air et des eaux n'est pas l'unique cause de la diarrhée.

Origine fécale de la fièvre typhoïde. — L'importance de la corruption des milieux dans la genèse de la fièvre typhoïde, l'influence pour ainsi dire spécifique des excréments humains, qui étaient naguère un dogme admis pour tous, sont loin d'être écartés, à notre époque. Mais le point de vue a changé. Les matières fécales ou putrides *quelconques* n'ont qu'une influence indirecte, préparante ou adjuvante; le rôle spécifique est dévolu aux seules *excrétions des typhoïsants.*

Nous ferons ici une rapide revue des doctrines qui se sont succédé, pensant qu'il y a quelque intérêt à fixer cette curieuse évolution de l'étiologie.

Pour Chauffard, Léon Colin, la matière fécale, « de toutes les choses sales la plus sale », provoquait la fièvre typhoïde, mais de la même façon que toute autre putridité, que l'air usé par la respiration des groupes et même que la putridité interne, que l'organisme se fait à lui-même à l'occasion de diverses circonstances dépressives de la nutrition.

Murchison a été le grand promoteur de l'origine fécale de la fièvre typhoïde; il a renfermé sa pensée dans un mot: l'origine *pythogénique*. Pour lui, comme pour les précédents, les matières fécales n'ont pas besoin d'une provenance spécifique (typhoïde), ni d'association avec des selles de typhoïsants.

W. Budd a supposé le « germe » typhique et typhogène. Par conséquent il fallait d'abord des selles de typhoïsants. Mais ce germe ne pouvait mieux éclore qu'en tombant dans des masses fécales banales. En France, Henri et Noël Guéneau de Mussy ont cherché à répandre cette théorie.

Sauf la qualité fécale du milieu de maturation, elle se rapproche beaucoup de celle de Liebermeister et de Pettenkofer, qui exigent également un *substrat*, intermédiaire au malade et à l'individu qui contracte la fièvre typhoïde, mais admettent que cet intermédiaire peut être simplement le sol miasmatique.

A l'Académie de médecine (1877), Jaccoud se déclara pour *l'origine fécale*, tout en réservant qu'on ne saurait accepter cette origine comme unique. Toutefois, ici encore, deux cas se présentent : 1er cas : « les matières fécales ne deviennent typhogéniques qu'autant qu'elles renferment le poison typhoïde. — Le plus ordinairement, la présence du poison résulte de l'introduction de déjections typhoïdes dans la masse excrémentitielle, auquel cas les matières fécales sont un simple agent de transmission ou de propagation de la maladie » ; 2e cas : « dans d'autres circonstances (qui sont aux précédentes comme 2 est à 3), le poison typhoïde prend naissance ou est apporté dans la masse excrémentitielle sans introduction préalable de déjections spécifiques; et, dans ce cas, les matières fécales ainsi modifiées sont, pour la maladie, un agent de génération. »

Nous rappellerons un certain nombre des faits les plus probants à l'appui de la formule générale, sans trop nous préoccuper de l'agent de véhiculation de la matière typhogène, lequel a été, pour les auteurs, tantôt l'air, tantôt l'eau ou même le lait; mais en notant les cas dans lesquels la spécificité des excrétions mises en cause a été spécialement dénoncée. Pour ceux-ci, naturellement, nous faisons les réserves qui ont été exprimées au chap. II (p. 197).

Il suffit de mentionner l'épidémie de la garnison prussienne de Mayence (1843-1844), attribuée au débordement des fosses d'aisances ; l'observation de Flint (cité par Parkes), qui a vu, dans l'État d'Érié, une épidémie naître de l'eau d'une hôtellerie dans laquelle était venu mourir un typhoïsant; celles de Routh (1856), de Schmitt, à Ettelbrück (1844), dans lesquelles il s'agit toujours d'eau contaminée par des matières stercorales.

En 1880, une épidémie typhoïde éclate au couvent des sœurs de charité de Munich. Par suite d'une dégradation dans la conduite d'eau, l'on buvait, à cette époque, au couvent, l'eau d'un puits abandonné depuis longtemps et souillé par des infiltrations des fosses voisines, renfermant *peut-être* des selles typhoïques. Dès que l'on supprima l'usage de cette eau, l'épidémie s'arrêta. Il est vrai que 120 personnes avaient payé leur tribut.

Le docteur W. Roth attache une grande importance à la négligence vis-à-vis des immondices des soldats, parmi les causes de la fièvre typhoïde qui maltraita l'armée saxonne sous Paris (1870-1871).

A l'orphelinat de Halle (Prusse), en 1871, il éclata une épidémie de fièvre typhoïde assez sévère (356 cas). Zuckschwerdt l'attribue à ceci : qu'une des conduites d'eau de l'établissement, croisant un fossé d'évacuation des immondices d'un certain quartier de la ville, s'était affaissée et fissurée précisément au point de croisement. Il s'était fait là une mare stercorale, et l'eau distribuée aux pensionnaires leur apportait ces matières putrides, mêlées probablement de selles de typhoïsants. Lorsqu'on eut interdit l'usage de l'eau de cette conduite (après, toutefois, les 356 cas), l'épidémie s'évanouit.

L'épidémie du village d'Eggenstett, dans l'Allemagne méridionale, au dire de Jaccoud, apparut à la fin de l'été de 1868, sans autre cause connue que celle-ci : « les *émanations* des masses excrémentitielles accumulées avaient été portées au maximum » par la chaleur.

En 1869, à Philadelphie, quatre maisons, et pas d'autres, devant lesquelles une fosse avait été vidangée, furent en proie à une épidémie typhoïde.

A l'asile de Donaldson (Edimbourg), en octobre 1869, éclate la fièvre typhoïde,

qu'on n'y avait pas vue depuis vingt ans. Par suite du manque d'eau, l'irrigation avait été suspendue dans les canaux excrémentitiels; comme conséquence, les produits gazeux des matières accumulées dans ces canaux refluaient dans la salle de bains, dans les dortoirs, etc. On ne découvrit rien de plus.

En 1873, la fièvre se montre dans une des ailes de la caserne de Blankenburg; les latrines de l'aile envahie étaient infectes, et les matières s'en accumulaient dans les canaux correspondants. On ferme ces latrines; l'épidémie s'arrête. L'aile opposée munie de latrines meilleures, non plus que la ville, n'avait pas été touchée.

Le village de Björnsborgbakken, en Norvège, a été visité en 1868 par une épidémie typhoïde de grande intensité. On remarqua que quatre des sept fontaines de la localité étaient infectées par des matières excrémentitielles et que les maisons abreuvées par les fontaines souillées donnèrent 41,15 p. 100 de tous les malades, tandis que les autres ne fournirent que 3,1 p. 100 (Jaccoud, d'après Daae).

L'épidémie de Lausen dans le canton de Bâle, en 1872, relatée par Hägler, a été fort remarquable par son origine. A peu de distance du village, dans une ferme qu'arrose un ruisseau, le fermier et sa famille avaient eu la fièvre typhoïde en juin et juillet. Le 7 août, la maladie éclate à Lausen et sévit avec une préférence visible sur les maisons alimentées d'eau par la fontaine publique, tandis qu'elle épargne relativement les habitants qui boivent de leurs puits particuliers. Il fut démontré que les eaux publiques venaient de la nappe souterraine en communication avec le ruisseau de la ferme, dans lequel très probablement avaient été projetées les déjections typhiques.

L'épidémie de Croydon, en 1875, qui a servi surtout de texte à l'argumentation des doctrinaires de la *sewergases theory*, forme particulière de l'étiologie fécale, fut due, d'après Carpenter et G. Buchanan, d'une part à des communications accidentelles des égouts avec les conduites des eaux publiques; d'autre part, au reflux des gaz d'égout dans les maisons. Les quartiers hauts de la ville, pour cette cause, furent plus maltraités que les autres. Or les gaz d'égout, comme on le dira, ne remontent pas aussi régulièrement qu'on se le figure (Rözsahegyi) et, quant à la communication supposée entre les égouts et les conduites d'eau, Lissauer a fait remarquer que c'est une hypothèse à l'appui de laquelle on n'a apporté aucun fait positif.

Ce n'est point, d'ailleurs, une sage application de la théorie de l'origine fécale que d'incriminer les égouts. Si la théorie est vraie, les égouts sont précisément une protection contre l'envahissement des matières excrémentitielles et contre la répétition des épidémies typhoïdes. Il n'est pas interdit de signaler les perfectionnements dont ils sont susceptibles, mais ne touchons pas au principe. Une enquête sérieuse, en ce qui concerne l'épidémie parisienne de 1876, a bien réduit le rôle funeste que l'on prêtait aux égouts; il y avait des exagérations fâcheuses et des suppositions très gratuites (on dirait presque des calomnies) dans les accusations portées contre eux. Léon Colin raconte avoir cherché en vain, dans la cour de la caserne du Château-d'Eau, les bouches d'égout que quelques-uns dénonçaient avec insistance, en 1876, et d'où avait dû sortir l'épidémie qu'éprouva la garnison à cette époque.

En France, on commence à se dégager des formules que Murchison, Budd, Griesinger, von Gietl, nous avaient envoyées toutes faites. Cependant, beaucoup des médecins des épidémies, dans leurs rapports annuels à l'Académie de médecine, attribuent encore la fièvre typhoïde aux exhalaisons de latrines mal tenues, d'égouts à ciel ouvert non curés, de ruisseaux, de fossés ayant reçu les excréments de la population. Naguère on trouvait assez souvent la même étiologie adoptée par les médecins de l'armée (Léon Colin); à Issoudun (1875), par Fournier; à Lyon (1874),

par Marmy et Alix; à Salins, 1875 (Blin); à Brest (Aron); à Orléans, 1876 (Carayon); à Courbevoie, 1873 (Régnier); à Montauban, 1874 (Cotte); à Nancy, 1874 et 1875 (Daga); à Vincennes (1874), par Perréon, Lepelletier, Delon; à Aubervilliers, 1875-1876 (Dantin); à Amiens, 1876 (Sorel); à Beaulieu, 1875 (Ricque); à Givet (Libermann); à Caen, 1874-1875 (Ricque); au camp de Châlons, 1876 (Antony); au Mans (1875-1876) par Combier; au château de Montbéliard, par Jeanmaire; à Lons-le-Saunier, à Tarascon (1874). Toutefois, dans quelques-unes des dernières observations, la souillure fécale n'est présentée que comme un élément étiologique associé. Notre expérience personnelle nous porte à croire que cette association peut être relevée dans la plupart des cas. Aussi convient-il d'en contrôler l'importance.

Dans son étude sur les égouts de Paris, Brouardel n'a pas dédaigné de citer quelques-unes des observations de Murchison à l'appui de l'influence typhogène des émanations putrides, provenant de fosses, de cloaques, d'égouts obstrués. Depuis, on le sait, l'air est bien déchu de son rôle ancien de véhiculateur par excellence de l'agent typhogène et de quelques autres. L'eau l'a supplanté. Mais c'est toujours parce qu'elle porte à l'économie, par les voies digestives cette fois, quelque chose qui se trouvait dans les déjections.

Ainsi faut-il comprendre le rôle des récipients d'immondices dans les épidémies de Wittemberg (Gaffky), d'Auxerre (Dionis des Carrières), de Pierrefonds (Brouardel) et cette phrase du mémoire de Brouardel et Chantemesse sur l'épidémie de Clermont-Ferrand (1886) : « Elle a pour origine le mauvais captage de l'eau prise près de Royat et la pollution de l'eau *par des matières fécales.* »

C'est encore à la souillure fécale que se rapportent les épidémies typhoïdes *propagées par le lait* (W. Taylor, Edv. Ballard, Hart, Corfield, Cameron, Oglesby, etc.), dont les Anglais paraissent avoir jusqu'ici le monopole. En effet, sauf quelques auteurs qui ont admis, comme Cameron, la chute dans le pot au lait de germes typhoïdes flottants, ou ont pensé que les vaches pouvaient donner un lait typhogène pour avoir bu dans une mare à purin, c'est généralement l'eau entachée de déjections typhoïdes, que l'on accuse. Cette eau a servi à laver les pots, ou simplement à étendre le lait, selon une coutume dont les laitiers ne peuvent se débarrasser. Ce qui est surprenant, c'est qu'en France, où l'école de la véhiculation typhoïde par l'eau est si florissante et où, hélas! les laitiers ne sont pas toujours honnêtes, on n'ait pas encore signalé d'épidémie de cette origine.

La preuve que l'influence fécale est indirecte, qu'elle ne fait qu'élever l'adaptation des milieux et la réceptivité des individus, c'est qu'elle est parfois très évidente et que néanmoins elle manque son effet, c'est-à-dire qu'elle ne fait ni ne favorise la fièvre typhoïde. Par contre, elle peut manquer absolument et la fièvre typhoïde prospérer néanmoins.

La ville de Lille, qui a les fosses fixes et la vidange perpétuelle, dont les rues sont empestées d'émanations fécales pendant une bonne partie de la matinée, en toute saison, et dont les environs les plus immédiats (les jardins mêmes de la ville) sont soumis à l'*épandage* d'engrais humain, a très peu de fièvre typhoïde: moins de 20 décès annuels p. 100000 habitants.

D'après le relevé des épidémies typhoïdes des sept casernes de Munich pendant dix années, J. Port affirme que la maladie n'a montré aucune prédilection pour les locaux influencés par le voisinage des latrines. Ce serait plutôt le contraire. Krügkula, à Vienne (1877), a fait la même observation.

En revanche, la caserne de Neustift, citée par Buxbaum, qui n'a ni fosses ni

égouts et dont les excrétions tombent à même dans un ruisseau qui les emporte immédiatement, eut une épidémie de fièvre typhoïde, en 1865, dans l'aile la plus vieille, et une autre en 1868, dans l'aile de construction récente. Les deux ailes s'abreuvent, du reste, à la même fontaine.

Origine fécale du choléra. — La bactériologie moderne (voy. p. 461) nous a affranchis des tâtonnements de Karl Thiersch (1856), qui procurait des accidents cholériformes à des souris en leur faisant grignoter du papier à filtre imbibé du liquide intestinal de cholériques, de ceux de Legros et Goujon (1866), etc. On ne comprend pas bien les hommes, cités par F. Sander, non plus que le regretté et courageux médecin français, qui se sont soumis à l'épreuve dégoûtante de l'ingestion de matières excrémentitielles cholériques. Ce qui en est résulté n'a prouvé et ne pouvait prouver pour ni contre la propagation fécale de la maladie; et l'on était éclairé d'autre part.

L'observation directe semble toujours donner raison à Pettenkofer en ce qui concerne les rapports des déjections cholériques avec le sol; il est des points où cette semence reste stérile (Lyon, Versailles, Birmingham, Würzbourg, Stuttgart, Francfort-s.-M., Créfeld, Munster). C'est donc qu'elles ont de l'importance sur les terrains aptes à s'infecter.

L'influence *banale* de la souillure fécale des milieux n'est pas aisée à distinguer. Günther, de Zwickau, assura, dans la conférence de Weimar, que les parties de la ville abreuvées de l'eau la plus souillée de matières animales furent celles qui souffrirent le moins du choléra. Lubelski (1873) constatait que Varsovie, avec une voirie à l'état embryonnaire, souffrait moins du choléra que les campagnes, et que les vidangeurs étaient moins frappés que les autres classes de la population. Le bacille-virgule meurt rapidement dans les matières de fosses. Cependant il n'a point paru que les déplorables pratiques de Toulon et de Marseille (1884-1885), en ce qui concerne le collectionnement et l'éloignement des immondices, aient notablement protégé ces deux cités. Brouardel pense même que c'est le contraire.

Pour ce qui regarde la transmission du choléra par l'eau et les observations de Pellarin, Böhm, Snow, Marey, etc., nous ne pouvons que renvoyer à l'article spécial (p. 200).

Origine fécale de la diphthérie. — En Angleterre et en Écosse, où les affections diphthéritiques font chaque année des milliers de victimes (10,184 décès en Angleterre, en 1859), on est très disposé à ranger la diphthérie parmi les maladies de malpropreté; « la diphthérie et le typhus abdominal, dit J.-B. Russel (de Glasgow) sont simplement des maladies fécales. » Et, par un rapprochement au moins étrange, Fergus incrimine spécialement la souillure de l'air des villes par les émanations des égouts, dans le système actuel de beaucoup de villes anglaises (vidange intégrale à l'égout).

A considérer l'état des localités et des habitations où les affections diphthéritiques s'établissent de préférence et prospèrent au mieux, on ne saurait nier que la putridité atmosphérique ne paraisse une circonstance fa-

vorable au développement des épidémies de cette nature; nous-même, naguère, avons hasardé l'opinion que la diphthérie, maladie infectieuse, transmissible par la formation de foyers, devait relever de conditions assez voisines de celles qui président au développement des épidémies de fièvre typhoïde. A celle-ci et à celle-là, étant réservée la distinction essentielle des germes, il faudrait l'intermédiaire du milieu putride pour l'expansion épidémique.

Longuet, au Congrès de Vienne (1887), a signalé la fâcheuse influence que paraissent avoir les *fumiers* sur la mortalité diphthéritique dans l'armée française.

Mais on ne voit plus que les matières excrémentitielles puissent ici s'élever au-dessus du rôle banal de terrain, tandis qu'elles interviennent spécifiquement dans la fièvre typhoïde et le choléra. Les déjections des malades ne portent pas le poison diphthéritique plus que les exhalaisons pulmonaires et cutanées.

La diphthérie maltraite d'une façon déplorable les grandes villes, où l'imprégnation putride de l'atmosphère fait effort par mille côtés. Mais il est remarquable qu'elle est au moins aussi sévère aux localités rurales, où l'air extérieur est plus pur que dans les villes, mais où l'accumulation d'excréments humains et autres presse au moins autant l'habitation. Cette plaie est, en effet, atténuée, dans les cités qui pratiquent l'évacuation immédiate des immondices. J.-B. Russel, d'après le *Registrar general* d'Écosse, calcule que, dans les années de 1857 à 1870, il est mort de diphthérie, par million d'habitants :

117	individus	dans les cantons insulaires.
271	—	dans les districts ruraux.
216	—	dans les districts urbains.

Il meurt énormément de paysans russes par diphthérie, depuis quelques années; 8,563 personnes en 1876; 18,698 en 1877. En Prusse, pendant l'année 1877, la mortalité diphthéritique a été de 13,6 p. 100,000 hab. dans les communes urbaines, 17,8 dans les communes rurales (Varrentrapp).

Le mode de propagation de cette maladie n'est pas suffisamment connu. Il est, du reste, à l'étude. Les contacts directs ont probablement plus d'importance que les circonstances adjuvantes; cependant il reste à expliquer les périodes de suractivité épidémique de la maladie, alternant dans la même localité et sur une assez longue série d'années, avec des phases d'apaisement, sans qu'il soit toujours bien facile de préciser ce qui est changé dans les conditions hygiéniques du lieu. On croirait qu'il s'agit d'une atténuation spontanée et propre du virus. L'Angleterre a eu l'une de ces périodes d'activité diphthéritique de 1858 à 1860, avec le maximum en 1859 (6,606 décès en 1858; 10,184 en 1857; 5,212 en 1860); depuis lors, elle parcourt une longue phase de somnolence relative ; il y a eu 2,856 décès de cette cause en 1879. La ville de New-York a eu 2,329 décès diphthéritiques en 1875 et seulement 671 en 1879.

En résumant toutes ces considérations, il faut bien reconnaître que les souillures du support et des milieux par les immondices ont une impor-

tance énorme dans la genèse et surtout dans la propagation des maladies épidémiques; mais que leur influence est rarement isolée et qu'elle est parfois primée par quelque autre élément. Il n'y a peut-être pas de *maladies de saleté*, dans le sens d'une étiologie rigoureuse.

Néanmoins, il suffit que la malpropreté soit partout menaçante, aussi bien par les maladies banales, qui en procèdent fréquemment, que de la part des maladies spécifiques, dont elle abrite souvent les germes et dont elle constitue, pour le moins, la préparation la plus favorable et la plus sûre, pour que l'hygiène ait à cœur de détourner ces dangers évidents et ces altérations des milieux, qui diminuent à coup sûr la vitalité de l'ensemble, en attendant qu'elles frappent à mort un certain nombre d'individus. — *Les matériaux usés doivent quitter la maison le plus tôt possible, le plus complètement et le plus rapidement possible.*

Théoriquement, l'hygiène ne peut prévoir des cas dans lesquels on mette systématiquement en dépôt les immondices, pas plus qu'elle n'admet des récipients provisoires du mauvais air. Nous avons dit : *éloignement* des immondices, sans mentionner le collectionnement plus ou moins durable. L'idéal à atteindre, en effet, est le départ immédiat de l'habitation, de toute immondice à mesure qu'elle se produit. Tout procédé d'attente est une imperfection, une solution incomplète du problème et qu'on ne peut tolérer qu'en considération d'impossibilités matérielles de faire autrement. Mais il faut bien compter d'avance que, dans la pratique, nous rencontrerons souvent ces procédés d'attente, soit qu'ils existent de vieille date, nés à une époque d'éducation sanitaire insuffisante, soit que des conditions locales les protègent et excusent, sans le justifier, leur aménagement aujourd'hui encore dans des bâtisses contemporaines. Or l'hygiène établit des principes et indique ce qu'il y a de mieux; mais elle sait convenir que telle situation est moins pressante dans une petite ville que dans une capitale ; que des conditions topographiques, des habitudes locales, peuvent être prises en considération dans le choix d'un système d'assainissement. Lors même que ses principes ne sont pas appliqués, elle n'abandonne pas les situations compromises; elle cherche quelque moyen de les rendre moins mauvaises et moins offensives.

Les immondices, tout en menaçant l'air des habitations, sont pour le sol et les eaux ce que les produits de la respiration et les excrétions cutanées sont à l'atmosphère ; des impuretés solides ou liquides continuent et aggravent les impuretés aériformes. Les installations et les opérations dont nous allons nous occuper sont aux premières ce que la ventilation est aux secondes; là, on expulsait de la maison l'air carbonisé et animalisé pour le rendre à l'océan atmosphérique, où d'autres organismes l'utilisent en le purifiant; ici nous allons voir que l'on enlève les impuretés solides ou liquides pour les remettre à la terre, qui livre aux plantes du carbone et de l'azote et reprend en circulation des eaux assainies.

C. Procédés d'éloignement des immondices.

Les procédés d'éloignement des immondices peuvent être rapportés à trois ordres : 1° l'*abandon*; 2° le *collectionnement* plus ou moins durable : 3° l'*évacuation immédiate* et systématique.

1° Abandon des immondices. — Le terme qui sert de titre à cet article est peut-être par trop expressif; car l'homme régularise même la négli-

gence et nous allons rencontrer ici des pratiques détestables, mais qui pourraient avoir la prétention d'être des procédés.

C'était déjà un procédé, celui que Moïse imposait à ses nomades : « Tu auras hors du camp un lieu pour les besoins naturels et tu porteras avec toi une pique suspendue à ta ceinture et, quand tu te seras accroupi, tu creuseras avec cette pique la terre d'alentour et tu recouvriras les matières. » On ne fait pas autre chose, en grand, dans les camps modernes. La méthode serait même assez bonne, sauf qu'elle n'est pas applicable à la moindre bicoque.

Il en est une bien inférieure, dans beaucoup de villages et dans quelques villes, qui consiste à jeter par la fenêtre ou à laisser couler devant la maison les eaux ménagères; à déposer à la porte, sur le sol naturel, le fumier des animaux, dont la partie liquide s'infiltre nécessairement en terre; à répandre autour de l'habitation les excréments humains, abandonnant aux animaux et aux agents météoriques le soin de les faire disparaître. Dans certains quartiers de Marseille et de Toulon, dit Brouardel, on pratique le *jetage au ruisseau* de toutes les immondices de la maison; ou bien, l'on amoncelle dans un trou de 1^m,50 à 2 mètres de profondeur, des cailloux roulés ou autres pierres, en moyenne de la dimension d'un pavé. Cela s'appelle des *éponges*. On les établit dans les petits jardins, derrière les maisons, et l'on y dirige toutes les eaux sales partant des éviers.

Dans les villes du Nord, on a conservé assez largement l'usage des *puits absorbants*, *puits perdus*, *bétoires* (au Havre), *puisards*, destinés à recevoir les eaux sales et, fréquemment, l'intégralité des matières excrémentitielles. Quand le sol est perméable sur une grande épaisseur et que la nappe souterraine est un peu éloignée, la puissance d'oxydation du sol est telle qu'il vient à bout, pendant assez longtemps, des matières organiques qu'on lui confie. Pourtant, la vase organique se précipite sur les parois du *boit-tout* et, à la longue, les rend imperméables ; les immondices montent et refluent à l'orifice; il faut creuser un autre puits absorbant. Quand le fond du puisard est en plein dans la nappe souterraine, les liquides qu'on lui confie disparaissent très vite; mais, alors, la nappe est définitivement corrompue, comme à Douai. Il arrive même que si la construction d'égouts vient à gêner l'écoulement de cette nappe, l'influence de ce marais spécial se traduit fâcheusement sur la santé des habitants, ainsi que cela s'est produit au Havre, selon Gibert. Le Comité consultatif d'hygiène publique a demandé l'interdiction des puisards dans les constructions neuves.

Les villes sans égout ont conservé l'habitude de verser les eaux ménagères dans le ruisseau (les *Rinnsteine* des vieux quartiers, à Berlin; le *Gräbli* en Suisse; le *fil-d'eau* à Lille), où ces liquides malpropres et visqueux se dirigent à l'aventure, se putréfient, s'infiltrent dans les interstices des pavés, répandent indéfiniment des odeurs infectes, en attendant la pluie ou le courant municipal, que l'on se décide parfois à y faire passer dans la saison sèche. On comprend, à la rigueur, cette pratique

dans les villes bâties sur une colline et dans lesquelles une eau pure et abondante lave incessamment de haut en bas les bords de la chaussée, comme à Fribourg-en-Brisgau (Wiel et Gnehm).

Enfin, l'on rangera dans la même classe de dispositions primitives et à abandonner définitivement les *galeries souterraines* sans pente et sans circulation d'eau de nettoyage, que l'on trouve encore dans quelques villes. Ce sont des réservoirs plutôt que des conduits d'évacuation, et l'on croirait que l'intention des constructeurs a été de dissimuler les immondices à la vue plutôt que de les éloigner réellement. La preuve de leur insalubrité est que les maisons bâties sur ces voûtes trouvent difficilement des locataires.

2° **Systèmes à collectionnement des immondices.** — Ils sont de deux ordres. Les uns comportent le collectionnement prolongé, ce sont les *fosses fixes*. D'autres le font le plus court possible, comme les *fosses mobiles*, les *tinettes-diviseurs*, les appareils Goldner, Liernur, Berlier, etc. Parmi ceux-ci, la plupart supposent en même temps la canalisation des immondices. On pourrait donc en faire une classe à part, sous le titre de *système mixte*. Comme ils ont toujours, plus ou moins, le tort de laisser l'homme à côté de ses excréments, nous les laissons dans les systèmes à collectionnement, qui sont tous à abandonner en principe.

Fosses fixes. — Ce système est probablement de très vieille date ; on le voit encore dans toutes les petites villes fonctionner exclusivement et, dans beaucoup de grandes, résister à l'introduction de procédés progressifs, avec un succès qui ne permet pas de présager sa disparition dans un terme rapproché.

Les fosses d'aisances sont des récipients en maçonnerie, pratiqués à un niveau plus bas que le sol de l'habitation, et auxquels aboutit le *tuyau de chute* des latrines. On les installe souvent perpendiculairement sous les pièces habitées; la plus vulgaire prudence exige qu'on les tienne au moins latéralement au corps de logis, à 1 mètre du mur d'enceinte, sous les dalles d'une cour, soit que les cabinets soient eux-mêmes un peu à l'écart, soit qu'on donne au tuyau de chute l'inclinaison nécessaire, qui toutefois doit être peu éloignée de la verticale.

La première condition à remplir, dans la construction d'une fosse, c'est de lui donner des *parois imperméables*. Il n'est pas absolument malaisé d'y arriver tout d'abord et tant que la fosse a peu servi, dût-on lui donner des parois métalliques; mais l'expérience démontre qu'il n'en est guère qui résistent à un long usage. Peut-être pourrait-il en être autrement de nos jours, où l'industrie du ciment et de la brique cuite a fait de si grands progrès. Il est évident que le bois doit être repoussé de ce travail; la pierre, la brique, le ciment, l'asphalte, sont les meilleurs matériaux. Le revêtement en ciment doit être intérieur et extérieur; encore les alcalis et parfois les acides du contenu finissent-ils par altérer le ciment, de même que l'ammoniaque forme un savon soluble avec la résine de l'asphalte. Sander conseille de faire une double paroi, bien cimentée, avec un espace libre de 30 centimètres qu'on remplit d'argile plastique ou de béton. A Stuttgart, quelques fosses sont en pierre de taille d'un seul morceau; à

Augsbourg, on en voit en fonte de fer. Les réservoirs du système Schleh sont en fer revêtu d'asphalte.

Il est à désirer que les fosses ne soient ni très profondes ni de grandes dimensions ; on les videra plus souvent et l'on se rendra mieux compte de leur état d'étanchéité. Une bonne disposition est celle qui consiste à supprimer à peu près le tuyau de chute, de telle sorte que l'ouverture de la fosse soit immédiatement sous la cuvette du siège. On évitera le plus possible les angles dans l'intérieur; le fond sera régulièrement concave. La fermeture supérieure se fera également en matériaux imperméables, fer, pierres de taille, dalles, argile, de manière à supprimer l'action de l'air extérieur et les exhalaisons de dedans en dehors. A l'exception des opercules, suffisamment larges (dalles en fonte), que l'on ménage dans le plafond de la fosse pour être soulevés d'une façon intermittente, au moment de la vidange, il ne doit y avoir communication entre la fosse et l'atmosphère que par le *tuyau de chute* et par le *tuyau d'évent ;* encore faut-il que la première ne soit autre qu'un courant d'entrée, et la seconde un courant de sortie.

Les grands inconvénients des fosses fixes sont les *émanations* gazeuses, odorantes et peut-être mêlées de molécules organiques, d'une part ; de l'autre, les *infiltrations* dans le sol ; enfin, la *vidange*.

a. Erismann a déterminé, à l'aide de constatations précises et répétées, ce que 135 grammes d'excréments (fèces et urine ensemble dans la proportion de 1 des premières et 3 de la seconde, comme cela se présente dans les fosses) peuvent abandonner à l'air, dans les conditions les plus habituelles, en vingt-quatre heures. Il a trouvé :

	Milligrammes.
Acide carbonique	83,6
Ammoniaque	15,3
Hydrogène sulfuré	0,2
Substances organiques (carbures d'hydrogène, acides gras, peut-être des organismes)	56,4
	155,5

Pour une fosse d'aisances d'une ouverture de trois mètres carrés, remplie jusqu'à la hauteur de deux mètres en vingt-quatre heures, il a constaté l'exhalaison de :

	Kilogrammes.	Mètres cubes.
Acide carbonique	11,144	5,67
Ammoniaque	2,040	2,67
Hydrogène sulfuré	0,033	0,02
Carbone	7,464	10,43

Dans le même temps, 18 mètres cubes de matières excrémentitielles consommaient 13^{k},85 d'oxygène. Et ces gaz menacent incessamment de leur invasion les pièces habitées. Le même auteur a pu se convaincre, l'anémomètre en main, que la plupart du temps il se fait un courant ascendant de la fosse vers les étages, tel qu'en vingt-quatre heures il peut s'échapper par la lunette du siège jusqu'à 1,165 mètres cubes de gaz. Pettenkofer a porté ce chiffre à 1,300 mètres cubes. La proportion d'acide carbonique dans cet air serait de 3 à 5 p. 1,000, suivant Beetz.

Les gaz qui se développent dans la fosse tendent à remonter et à s'échapper par l'orifice du siège lorsque leur tension est supérieure à la pression atmosphérique. Il s'en développe d'autant moins qu'il arrive moins d'air au contenu des fosses. La

rupture de l'équilibre de pression est, du reste, sollicitée par toutes les causes qui diminuent la pression extérieure : élévation de la température du dehors, vent. L'ascension gazeuse peut varier entre 0 et 10,000 mètres cubes, en vingt-quatre heures, de telle sorte que, moyennement, une habitation de 500 à 600 mètres cubes d'espace serait aisément remplie plusieurs fois par jour de gaz stercoraux, si l'on n'y mettait obstacle.

b. Les *infiltrations* à travers les parois des fosses fixes sont extrêmement communes et, souvent à la satisfaction des propriétaires, sont énormes sur certains points. Brouardel constate que, dans les fosses fixes de Paris, la matière solide, qui ne devrait former que la sixième ou la huitième partie de la masse, en constitue environ le tiers ou même la moitié. Le liquide a passé à travers la maçonnerie dans le sol environnant ou dans d'autres maçonneries.

Wolffhügel examina des échantillons de terre pris sous des fosses fixes et sous des égouts. De six fosses soumises à cette épreuve, d'ailleurs revêtues de ciment, une seule lui fit l'effet d'être d'une imperméabilité parfaite ; une seconde se distinguait par la couleur noire du terrain sous-jacent et son état gras; sous deux autres, le sol répandait une mauvaise odeur et, sous les deux dernières, l'infiltration putride était évidente. Une fosse à fumier de $2^m,3$ de profondeur, en pierre et en mortier à la chaux, avait imbibé le sol au-dessous d'elle jusqu'à la nappe souterraine, et, latéralement, jusqu'à 10 mètres de distance. En comparant les fosses aux égouts, l'auteur trouve (en grammes), par mètre cube de terre :

SOL.	PROFONDEUR A LAQUELLE ÉTAIT PRIS l'échantillon.	SUBSTANCES SOLUBLES.					SUBSTANCES INSOLUBLES	
		QUANTITÉ TOTALE.	PERTE par la CHALEUR ROUGE.	MATIÈRES ORGANIQUES.	CHLORE.	ACIDE NITRIQUE.	PERTE par la CHALEUR ROUGE.	AZOTE.
Normal	$3^m,7$	211	52	118	10	12	1504	14
Moyenne de 9 égouts	$3^m,6$	217	91	93	21	18	3356	55
— de 6 fosses	$2^m,4$	603	185	1257	110	19	5461	60
Sol à $4^m,5$ d'une fosse à fumier	$2^m,3$	4710	1500	2230	330	460	39772	956

De même, Würtz (1881), examinant la terre autour de fosses fixes à Bicêtre et à la Salpêtrière, obtenait les résultats suivants (rapportés à 1 kilogr. de terre séchée à 120 degrés) :

PROVENANCE DE LA TERRE.	POINT DE LA PRISE D'ÉCHANTILLON.	PERTE AU FEU.	CARBONE DES MATIÈRES ORGANIQUES.	AMMONIAQUE DES SELS AMMONIACAUX.	AMMONIAQUE DES MATIÈRES AZOTÉES.	ACIDE NITRIQUE (calculé à l'état d'anhydride).
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Bicêtre	Autour de la fosse	117,00	8,11	»	0,0986	0,027
	— du tuyau de chute	176,00	57,00	0,030	0,612	0,815
La Salpêtrière	Très rapproché de la fosse	140,00	9,8	0,0127	0,0978	0,316
	Loin de la fosse	40,00	1,05	0,0018	traces.	0,019

De ces constatations chimiques, il ne faut rien conclure quant à la pénétration et à la dissémination à distance, dans le sol, des microorganismes de la putréfaction ou d'autres qui peuvent se trouver dans les matières de fosse (Voy. *Microorganismes du sol*, p. 90).

Assainissement des fosses fixes. — On amoindrit les dangers des émanations par la *ventilation* des fosses et des cabinets qui y correspondent. En effet, les fosses fixes n'admettent pas l'introduction de l'eau, qui les remplirait rapidement et multiplierait les opérations de vidange. Par conséquent, on ne saurait pratiquer l'obturation hydraulique à l'origine des tuyaux qui s'y abouchent. Quelques particuliers aisés le font, cependant, à l'aide d'appareils, du reste, qui consomment modérément d'eau. C'est impraticable dans les habitations collectives.

Le local qui sert de cabinet d'aisance doit être d'abord très aéré, principalement par des fenêtres qui le mettent largement en communication avec l'air extérieur. Rien ne vaut celui-ci pour oxyder l'ammoniaque et les corps volatils odorants. Nous avons remarqué que les latrines de casernes les plus puantes sont aussi les plus fermées. Il faut se garder de ventiler les cabinets par une cuisine, dont l'atmosphère chaude ferait appel aussi bien sur l'air de la fosse que sur celui du cabinet, qui, lui-même, ne doit être extrait que par la fosse.

Tantôt, on ajuste sur le tuyau de chute, immédiatement au-dessous de l'entonnoir (ou cuvette), un *tuyau d'évent*, de même calibre que le premier, qui s'élève jusqu'au toit ; on l'adosse à une cheminée, on le fait même déboucher dans l'intérieur de celle-ci, ou mieux encore, selon le conseil de Pettenkofer, on entretient à l'extrémité supérieure du tuyau qui réunit tous les tuyaux de chute de la maison, prolongé jusqu'au faîte, un bec de gaz dont la chaleur assure un constant appel. Tantôt, le tuyau d'évent part de la voûte de la fosse (système d'Arcet) ; les gaz de la fermentation s'élèvent par leur légèreté dans le tuyau d'évent qui les dissémine par-dessus les toits ; l'air descend au contraire par le tuyau de chute et fait appel de l'air extérieur, par les fenêtres, dans le cabinet. Telle est, au moins, la théorie. Il est probable que les courants sont, en effet, dans le sens prévu, lorsque l'air extérieur est froid, pendant la nuit, par exemple ; de là l'empestement atmosphérique qui monte au nez des Parisiens logés un peu haut, lorsqu'il leur prend envie de respirer l'air du matin par leur fenêtre. Mais dans le jour, par la saison chaude, des courants inverses se produisent fréquemment. D'ailleurs, est-ce bien un avantage que de répandre ces exhalaisons dans l'air même qui entoure immédiatement nos habitations et qui va les y réintroduire ? Friedr. Sander conseille l'emploi d'un tube de tôle, assez large, qui, partant de la fosse, va rejoindre dans la cave le tuyau de cheminée des cuisines, prolongé par en bas. Cette méthode peut réussir à extraire les gaz de la fosse, mais on ne voit pas qu'elle les empêche d'envelopper néanmoins la maison.

« Pour qu'un tuyau d'évent fonctionne, il faut que l'équilibre des gaz soit rompu ;

il s'établit alors un courant dans les tuyaux de chute et le tuyau d'évent dans un sens favorable ou défavorable à l'assainissement de la maison.

« Cet équilibre peut être rompu soit par une différence de température entre la fosse et l'air extérieur, soit par une forte baisse barométrique qui détermine dans la fosse un dégagement considérable des gaz délétères. Dans ce dernier cas, assez rare, on a toujours constaté une mauvaise odeur dans les cabinets du rez-de-chaussée... Le courant est ascendant dans le tuyau d'évent quand l'air de la fosse et du tuyau a une température supérieure de 1 degré et demi à celle de l'air extérieur. Si cette différence de température est en faveur de l'air du dehors, le courant est renversé et, par conséquent, défavorable; avec un écart plus faible, le tuyau d'évent ne fonctionne dans aucun sens.

« La première condition se présente en hiver et, presque toujours, la nuit; la seconde, dans les journées d'été. » (Lacoste.)

Nous connaissons des casernes dont les latrines sont pratiquées dans un terre-plein du rempart ; les tuyaux d'évent traversent de bas en haut ce massif et la cour de la caserne est empuantie, dès que le temps est doux. Il ne faut pas s'en étonner. L'air est plus froid dans le tuyau d'évent, plongé en terre, que dans la cour, abritée par le rempart d'un côté, par les bâtiments de la caserne de l'autre. Le courant est en sens inverse de ce qu'il faudrait.

Dans les maisons neuves de Lille, on fait deux cabinets, l'un aux étages pour les maîtres, l'autre au rez-de-chaussée pour les domestiques, aboutissant tous deux, naturellement, à la même fosse. Nous sommes absolument d'avis qu'il ne faut pas empoisonner les domestiques. Mais, en hiver, dans les maisons en question, c'est le cabinet des maîtres, entouré de pièces chauffées, qui sert de tuyau d'évent à celui d'en bas, où la température est à peu près celle du dehors.

Le bec de gaz à l'intérieur, l'appel des cheminées, les ventilateurs mus par le vent dont il a été question (p. 578) régularisent jusqu'à un certain point le fonctionnement des tuyaux d'évent. Mais c'est toujours un appareil dangereux. Brouardel a raconté les conséquences de la rupture d'un de ces tuyaux, qui aurait occasionné la fièvre typhoïde dans la famille de Geoffroy Saint-Hilaire. Supposons qu'ils fonctionnent; la maison n'y gagne qu'en apparence, puisqu'ils imprègnent d'émanations stercorales l'air qui lui reviendra par l'ouverture des fenêtres.

Pour ce qui regarde la *non étanchéité* des fosses, il y a des inspecteurs qui, après la vidange, les examinent *en dedans*, au péril de leurs jours d'ailleurs. Il est difficile qu'ils puissent remarquer autre chose que de très grosses brèches par ce côté. Il n'y a qu'un remède à la perméabilité des fosses, leur suppression.

Il existe, cependant, une modification dans la construction des fosses fixes à laquelle nous devons une mention.

Fosses fixes avec séparation des gaz. Système Schleh. — Ce système, auquel Wiel et Gnehm consacrent quelques lignes et une figure, reproduite ci-après (fig. 160), adopte un réservoir de grandes dimensions, que l'inventeur prétend être absolument étanche, parce qu'il est en fer revêtu d'asphalte. La vidange s'opère par aspiration, en adaptant le tube de la pompe aspiratrice au tuyau *p*, fermé à vis à son extrémité libre et plongeant par l'autre jusqu'au fond du réservoir *d*. L'extrémité libre émerge du mur de

la maison, en un point choisi de telle sorte que l'opération de la vidange passe inaperçue des habitants. On peut évidemment installer cette fosse perfectionnée dans une vieille maison qui ne possède pas de rapports avec la canalisation générale de la ville. Mais ce ne sont pas ces avantages modestes, ni ce dispositif, qui caractérisent surtout le système. L'idée originale dont il cherche la réalisation est celle de la séparation des gaz putrides d'avec la masse excrémentitielle, de façon à épargner les mesures

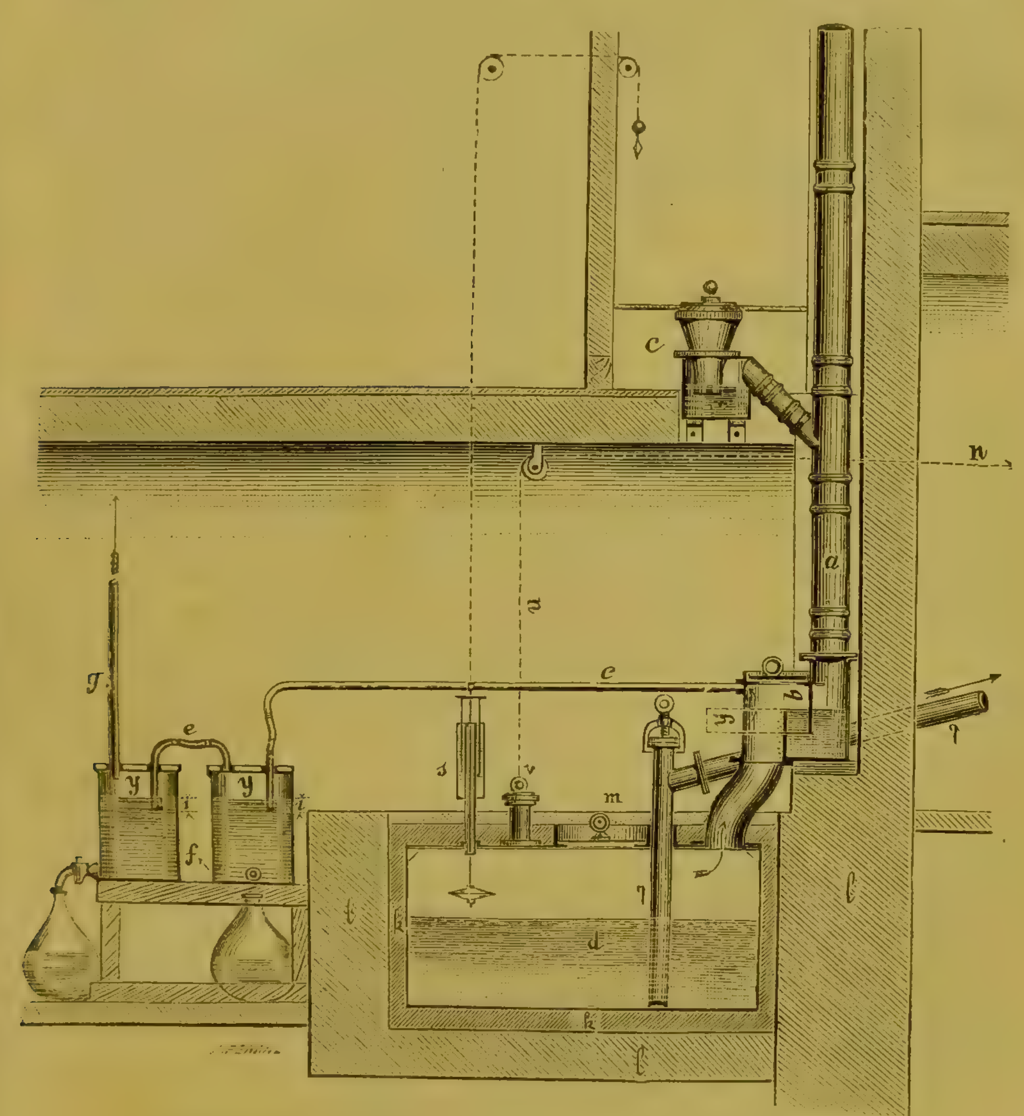


Fig. 160. — *Fosse fixe avec séparation des gaz* (Schlch).

de ventilation, les risques encourus par l'air, et à rendre plus aisément maniables les matières privées des produits gazeux de fermentation. Pour arriver à ce but, on a renforcé les appareils mécaniques d'obturation, couvercle à la cuvette *c*, diaphragmes à immersion (coupe-air) sous l'entonnoir et au bas du tuyau de chute *a*, aboutissant à un récipient en fer *b*, qui se vide par débordement. Les gaz qui se produisent dans la fosse, arrêtés à ces voies de retour, trouvent ouvert le tube *e*, qui les conduit dans les vases *y*, *y*; le premier de ces vases renferme du sulfate de fer ou

un sel manganique et retient l'ammoniaque et l'hydrogène sulfuré; le second, qui contient de l'acide sulfurique, décompose les gaz organiques carburés, les acides gras; l'acide carbonique qui résulte de cette action s'échappe par le tube *g*, prolongé jusqu'à une cheminée ou jusque sur le toit. Nous ne connaissons pas d'application de ce système ingénieux; il se pourrait que la pratique ne remplît pas les promesses de la théorie.

Désinfection des fosses. — On peut chercher, de temps à autre, à ralentir la fermentation dans la masse fécale des fosses et, non point à stériliser ces matières, mais à paralyser la vitalité des organismes qu'elles nourrissent.

Les effets de divers *désinfectants* ont été étudiés, à cet égard, par Erismann. Pour 1 mètre cube de matières de fosse traitées, il a trouvé après vingt-quatre heures :

	Gaz exhalés.				Oxygène absorbé.
	CO^2	AzH^3	SH	C^2H^4	grammes.
Sans désinfection	619	113	2	415	769
Avec le sublimé	190	»	»	109	117
— le sulfate de fer	388	»	»	152	337
— l'acide sulfurique dilué	467	»	»	116	155
— la terre de jardin	826	38	»	148	903
— le charbon de bois	944	109	»	194	899

Le *sublimé* serait donc le meilleur de tous les désinfectants; malheureusement, dans les circonstances actuellement envisagées, il est cher et dangereux. L'*acide sulfurique* dilué est impraticable, parce qu'il attaque les pièces en métal et le mortier ou ciment. Nous reparlerons de la *terre;* mais il est facile de concevoir dès maintenant l'embarras que causerait, dans les villes et pour les latrines fréquentées par un grand nombre d'individus, l'usage de cette substance ainsi que celui du charbon de bois, des cendres, corps très absorbants, mais dont il faut de très grandes quantités (4 kil. de terre pour 1 lit. d'urine; 2 kil. pour 1 de matière stercorale, soit 1,780 kil. par an pour une personne). Reste donc le *sulfate de fer;* or, on voit qu'il ne diminue guère que de moitié le poids des gaz qui arrivent dans l'atmosphère.

Le *sulfate de fer* ou vitriol vert, en contact avec l'ammoniaque, lui abandonne son acide, et l'oxydule de fer libre forme du sulfure de fer avec l'hydrogène sulfuré. Ou bien encore il s'oxyde à l'air et détruit les combinaisons peu stables. Or, l'oxydule, devenant de l'hydrate d'oxyde de fer, agit de nouveau sur l'hydrogène sulfuré, empruntant de l'oxygène aux combinaisons organiques les plus stables, de façon à régénérer du sulfate de fer, qui recommence la série des effets. C'est donc un désinfectant perpétuel (Kuhlmann). Pettenkofer et la Conférence du choléra, de Weimar (1867), l'ont recommandé. Griesinger, Kühne, Virchow, lui sont au contraire hostiles. Le premier effet de cet agent est d'augmenter la mauvaise odeur en rendant libres, par son union avec l'ammoniaque (sulfure d'ammonium), les acides butyrique, valérianique, etc. Comme second effet, il opère la *désodoration.* Plus tard, les mauvaises odeurs peuvent reparaître. Il a l'avantage de n'être pas coûteux. On se sert d'ailleurs d'un sel très impur et même de pyrolignite de fer. On ne cite pas d'épidémie de

choléra, de typhus ou de fièvre typhoïde qu'il ait jamais arrêtée dans ses progrès ; néanmoins, le mérite de diminuer de moitié les gaz des fosses est précieux dans quelques cas; par exemple dans la vidange des cloaques vastes et où les matières ont croupi ; on devrait toujours l'employer lorsqu'il y a à craindre l'asphyxie des ouvriers. On néglige souvent cette précaution parce que les agriculteurs, paraît-il, n'acceptent plus volontiers les matières traitées par ce sel. Les règlements militaires (1855) en ont recommandé l'usage, que repoussent les entrepreneurs de vidange dans le Nord. Il faudrait, d'ailleurs, désinfecter plusieurs jours avant la vidange et non au moment de l'accomplir (voy. p. 499).

Le *sulfate de zinc*, plus cher, peut remplacer le sulfate de fer. Letheby recommandait comme désinfectant exclusif des fosses l'*acide phénique*, pur ou à 5 p. 100. Pour les urinoirs, les égouts, la solution au 2000[e] suffirait. Parkes a répété cette prescription.

Emery-Desbrousses attache une grande importance, comme moyen de désinfection des fosses et des égouts, à l'*hydrocarbure phéniqué*, connu sous le nom d'*huile lourde de houille*, également dérivé du goudron de houille par distillation (entre 200 et 300 degrés). Outre l'effet ordinaire *d'embaumement*, cet agent paraît jouir d'une sorte d'action mécanique ; l'huile, en formant une couche mince à la surface des matières de la fosse, empêche à la fois l'accès de l'air et l'issue des gaz, par conséquent fait obstacle matériel à la fermentation. L'auteur de ces observations compare sous le rapport de la fièvre typhoïde les deux années 1876 et 1877, pendant lesquelles la garnison de Caen ignorait l'usage de l'huile lourde, avec les deux années suivantes, 1878 et 1879, qui furent marquées par l'introduction et la pratique de ce désinfectant ; il constate :

1876	284 cas	36 décès typhoïdes.
1877	76 —	14 —
1878	25 —	7 —
1879	27 —	7 —

Ce court tableau suffit à faire voir que la poussée épidémique diminuait spontanément en 1877, sans que l'huile lourde y ait été pour rien ; et que ce désinfectant n'a point supprimé la fièvre typhoïde (en 1879) après deux années d'application. Il en est de même de beaucoup d'autres et nous verrions avec plaisir que la suppression des fosses fixes et des latrines à la turque dans nos casernes dispensât les médecins de l'armée de se mettre en frais d'imagination pour lutter contre les foyers débordants de putréfaction, que la routine entretient dans les plus intéressantes des habitations collectives.

Un certain nombre de désinfectants *composés*, portant le nom de leurs inventeurs (désinfectant Petri, Suvern, Saint-Luc, etc.), et quelquefois tenus secrets, ne sont autre chose qu'un mélange de plusieurs des corps dont il vient d'être question. Le mélange Suvern, qui a obtenu quelque vogue en Allemagne, est fait avec un boisseau de chaux éteinte et amenée à l'état de bouillie, dans lequel on ajoute en remuant la masse 5 kilogrammes de goudron de houille, puis 7 kil. 50 de chlorure de magnésie dissous dans l'eau chaude. L'inventeur avait la prétention, outre la désinfection à assurer, d'obtenir par ce liquide un précipité très riche comme engrais et utilisable pour l'agriculture. Il paraît que cette espérance ne se réalise pas.

Vidange des fosses. — Malgré le soin que l'on a eu d'écarter l'eau des

cabinets et de la fosse, malgré les fuites qui ont réduit des cinq sixièmes le liquide, il vient un moment où le récipient menace de déborder. Il faut le débarrasser de son contenu.

Il existe pour le faire d'assez nombreux procédés; les plus parfaits ne sont peut-être qu'une grande atténuation des inconvénients de cette opération.

Le procédé primitif, avec le seau à main, est simplement horrible. Outre les dangers qu'il fait plus immédiatement courir aux ouvriers, c'est celui-là qui répand dans la maison et dans la rue, de la façon la plus prolongée, les odeurs les plus intenses. Il est resté en honneur dans plusieurs villes de l'étranger et de France, particulièrement à Lille, où il fait une concurrence sérieuse aux compagnies de « vidanges inodores ».

A peu près toute l'année, mais surtout au printemps et en automne, la cité est sillonnée, de 6 à 8 heures du matin, de chariots rustiques, chargés de tonneaux dans le flanc desquels un trou carré est obturé avec une touffe de paille; deux hommes apportent chacun de ces tonneaux successivement auprès de l'ouverture de la fosse; on puise dans celle-ci avec des seaux ou des cuillers à pot de grande taille dont on remplit les tonneaux; chaque fût plein est reporté sur la voiture, plus ou moins souillé des mêmes matières qu'il renferme dans ses douves. C'est un rude instant à passer pour les habitants de la maison et les voisins, et même pour quiconque, ayant des occupations matinales, est obligé d'être dans la rue à ces heures-là. On ne s'en plaint pourtant pas trop dans Lille; la population paraît être familiarisée avec ces objets et ces senteurs. Le conseil de salubrité local lui-même a failli préférer, pour l'hôpital Sainte-Eugénie, les fosses fixes (étanches, bien entendu) à toute autre méthode; ce qui n'est pas moins remarquable, le gouvernement a récompensé le rapport qui formulait ces conclusions et un journal d'hygiène fort sérieux ne l'a pas trouvé étonnant de la part d'un Conseil dont il paraît, d'ailleurs, que « l'éloge n'est plus à faire ».

On pourrait user d'indulgence envers ce procédé, s'il était démontré qu'il n'est rien de plus que fétide, quoique ce soit déjà attenter gravement à de certaines organisations. Mais qui dira que ces émanations, qui font tourner la bière et empuantissent le lait, sont aussi inoffensives pour l'économie humaine que révoltantes pour l'odorat? Sander croit avoir remarqué que le lait ainsi infecté contribue à multiplier les cas de diarrhée infantile. Or, à ces heures de vidanges matinales, les porteurs de lait à domicile se croisent précisément avec les chars qui emportent à la campagne leur récolte excrémentitielle. J'accorde que l'agriculture y trouve un riche aliment et qu'elle est d'ailleurs digne de tout notre intérêt; mais n'intervertissons pas l'ordre des choses et ne commençons pas par empoisonner les humains pour pouvoir leur offrir du pain ensuite.

Que l'on n'argue pas du peu de danger qu'offrent les matières dites fraîches et des garanties que procureraient précisément les vidanges fréquentes, répétées deux ou trois fois l'an. On ne sait pas bien à quel degré de putréfaction les excréments sont positivement dangereux et il faut se rappeler que la fermentation commence dans l'intestin même. Des hygiénistes anglais estiment que les fosses fixes ne devraient être tolérées que sous la condition d'une vidange hebdomadaire. Il est apparent que ce serait déjà un fléau substitué à un autre. Pourtant, ces limites paraissent encore trop étendues à quelques autres, et, logiquement, ce n'est pas être trop exigeant que de réclamer l'enlèvement journalier des matières fécales. Nous voilà conduit à la suppression des fosses fixes et à leur remplacement par les « fosses mobiles ».

Les règlements municipaux d'à peu près toutes les villes prescrivent d'exécuter pendant la nuit les opérations de la vidange, surtout celles qui relèvent du procédé indécent et insalubre de la vidange au seau. C'est épargner les yeux, mais l'hygiène n'y gagne rien. Pour un peu, je regretterais nettement cette prescription. Y a-t-il rien d'odieux comme d'être réveillé par la trépidation du sol sous le passage de ces lourdes voitures, occupant seules la rue et remplissant le silence de la nuit ; par le hennissement des chevaux et les jurons des ouvriers, à qui personne n'a commandé de ménager le repos de ceux dont ce n'est pas le métier d'être à l'ouvrage à cette heure? On ne voit rien, sans doute, mais l'imagination achève trop aisément ce que les oreilles entendent. Si l'opération a lieu dans la maison ou à son voisinage, il n'est même pas besoin d'interpréter le bruit; l'odeur envahit la pièce et réveille les dormeurs par l'impression qu'elle cause sur les sens ; c'est un réel supplice, sinon un danger, que d'être dans son lit sous une pareille atmosphère. Au moins, en plein jour, on peut fuir, ne pas franchir le point de la rue où stationnent les voitures, ou passer très rapidement..., et l'on restera assuré du repos nocturne.

Il semble qu'à notre époque, partout où des raisons plus ou moins plausibles, mais acceptées comme valables par les administrations, font conserver la vieille coutume des fosses fixes, il ne devrait être admis d'autre système de vidange de ces réservoirs que la *vidange par propulsion* ou surtout *par aspiration*, qu'il est possible de rendre inodore et de pratiquer à toute heure. Pettenkofer loue ce procédé. L'industrie a trouvé un assez grand nombre d'appareils pour sa réalisation; elle vient, pour ainsi dire, au devant des habitants et il est vraiment étonnant que ses services, si précieux en pareil cas, ne soient pas acceptés avec plus d'empressement. Il existe, à Lille, une compagnie de vidanges par aspiration ; elle a peine à trouver des clients.

La vidange *par propulsion* ou *par refoulement* s'exécute à l'aide d'une pompe foulante à bras et d'un tonneau solide, en bois ou en métal, de grandes dimensions, qui est transporté sur roues à proximité de la fosse à vidanger, avec laquelle on le met en rapport par des tuyaux imperméables; il s'agit de faire passer par refoulement le contenu de la fosse dans le tonneau mobile. L'*aspiration* a lieu : ou bien par des tonnes dans lesquelles on a préalablement fait le vide à l'usine même ; ou bien, à l'aide d'une pompe à bras, annexée à l'appareil transportable; ou enfin, par une petite machine à vapeur locomobile.

La figure 161, empruntée à Alb. Buck, reproduit un type du *Tank-system*, muni d'une pompe de l'invention de Painter et Keizer (à Baltimore). Les tuyaux de ces machines sont en caoutchouc et de 1 décimètre de diamètre ; ils doivent pouvoir être aisément obturés pour éviter toute déperdition de gaz ou des liquides quand on les démonte après l'opération terminée. Il est indispensable que le tonneau (*tank*) porte une jauge automatique, indiquant à chaque instant le degré de réplétion du réservoir, afin de ne pas s'exposer à y produire un trop-plein. En outre, partout où il peut s'effectuer un dégagement de gaz, on doit avoir installé un petit fourneau qui les brûle au passage. Cette disposition se voit à la partie supérieure du tonneau, dans la figure. L'appareil dit *à barils* (*Barrel-system*) a sur

l'autre cet avantage, que les matières enfermées dans ces barils peuvent aisément être transportées à distance, par eau, par chemin de fer, ou autrement, dans l'intérêt de l'agriculture.

Les ouvriers oublient souvent d'allumer le fourneau qui doit brûler les gaz. On a essayé de le remplacer par une caisse désinfectante à deux compartiments, renfermant une solution de sulfate de cuivre et du chlorure de chaux. Comme la sortie des gaz à travers ces préparations néces-

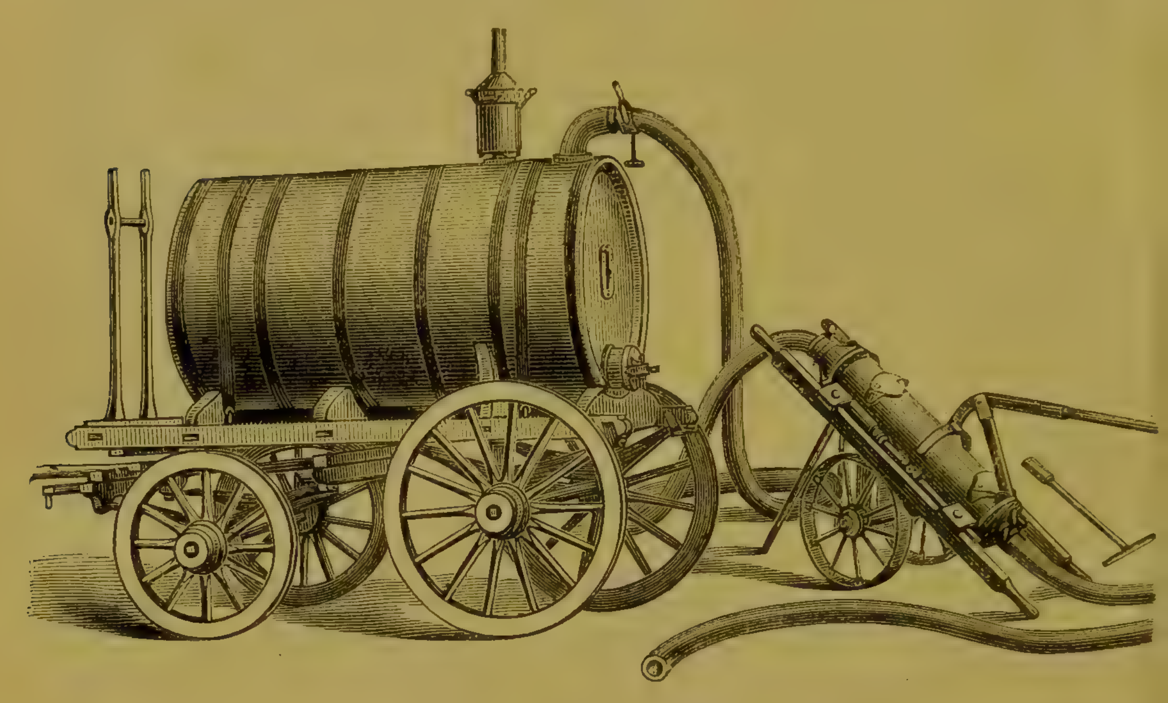


Fig. 161. — *Appareil à vidanges inodores* (Tank-system).

site un travail de refoulement plus considérable, les ouvriers les font passer à côté de l'appareil laveur (Lasgoutte).

L'appareil dit *système Talard* est, aujourd'hui, assez répandu à Lille et en d'autres villes du Nord. C'est une pompe à aspiration à vapeur, opérant très vite et brûlant les gaz dans le foyer de la machine à vapeur, qui est, d'ailleurs, locomobile. Malheureusement, l'entrepreneur, à Lille, ne fait que transporter les matières à un dépotoir, à l'une des portes de la cité. Les cultivateurs y viennent faire leur provision de matière *verte*.

Bordeaux fait faire ses vidanges par le système hydro-barométrique ; de grandes tonnes en fer, dans lesquelles on a fait le vide à l'usine, sont amenées sur des voitures jusqu'au voisinage de la fosse à vider ; on établit la communication de la tonne à la fosse à l'aide d'un tuyau, on ouvre un robinet et les matières se précipitent dans la tonne vide. Il y a de l'odeur au moment de l'adaptation du tuyau ; mais il est possible d'y obvier en laissant dans la fosse un tube à demeure, dont le raccord au tuyau de la compagnie est rapide, quand le moment est venu. D'ailleurs, la ville a fait murer toutes les communications des fosses avec l'égout. Les matières sont transportées par un vaste émissaire qui se déverse dans la Garonne.

L'opération de la vidange est précédée du *brassage* des matières, dont

la surface est, d'ordinaire, à l'état de croûte assez ferme (*chapeau*). C'est au moment où l'on déchire le chapeau que le *plomb* est surtout dangereux pour les ouvriers, à cause de l'abondance du dégagement des gaz emprisonnés sous cette croûte.

Vidange pneumatique par le système Liernur. — On a pensé que, si l'on pouvait enlever tous les jours les matières fécales de chaque habitation par un procédé qui épargnât à la vue, à l'odorat et en somme à l'atmosphère, les inconvénients de l'opération, par exemple en l'accomplissant par aspiration souterraine, les fosses fixes et leurs « nuisances » se réduiraient à un minimum supportable et, même, que les fosses fixes particulières seraient aisément supprimées, les matières se rendant, sans intermédiaire, du tuyau de chute dans le réservoir où l'aspiration les amènerait. Obtenir un pareil résultat serait évidemment d'un grand prix pour les villes en pays plat, absolument sans pente, dans lesquelles l'usage des canaux souterrains pour l'éloignement des immondices est un problème difficile à résoudre, et la chasse d'eau nécessaire une source de complications et une lourde charge financière. Il en va ainsi des villes de Hollande, bâties sur un sol non seulement plat, mais souvent au-dessous du niveau de la mer. C'est, apparemment, en vue des conditions spéciales à son pays que l'ingénieur hollandais Liernur, ancien capitaine du génie au service des États-Unis, a imaginé le procédé qui porte son nom et qui, à défaut d'autre mérite, a du moins à un haut degré celui de faire du bruit et de susciter les opinions et les jugements les plus contradictoires et, l'on peut dire, les plus passionnnés.

Le système Liernur consiste essentiellement à créer une sorte de fosse fixe, étanche, et commune à tout un groupe de maisons, dans laquelle, à l'aide de la raréfaction mécanique de l'air, des tuyaux également étanches apportent les matières confiées à chaque cabinet de maison, en supprimant la fosse particulière. Les matières, reprises dans le réservoir de chaque groupe par le même mécanisme, arrivent dans un réservoir terminal, où on les traite de différentes façons pour s'en débarrasser le plus aisément et en faire bénéficier le plus possible l'agriculture.

Primitivement, et lors de la visite de Reinhard et Merbach, envoyés par le gouvernement saxon (1873), pour visiter les installations de Liernur à Amsterdam et à Leyde, la fosse particulière était supprimée; mais les matières restaient pendant trois jours dans le siphon intermédiaire à la cuvette des latrines et au tuyau de chute. Il y avait *obturation fécal*, entre l'égout et le cabinet d'aisances ; Liernur et Overbeek de Meijer trouvaient même cette conception admirable. Depuis lors, on s'en est beaucoup moqué (Virchow, en particulier) et l'inventeur a cherché à faire mieux, surtout à abréger davantage la durée du séjour des excréments dans la maison. Nous empruntons les détails qui suivent à Van Overbeek de Meijer, l'un des défenseurs les plus convaincus de cette méthode.

Le système de Liernur s'intitule aujourd'hui *différenciateur*, parce qu'il *sépare* absolument les tubes souterrains, destinés aux matières fécales des tuyaux plus considérables (fig. 162) qui doivent donner passage aux eaux pluviales, industrielles, ménagères, et même aux eaux du sous-sol s'il y a lieu. Il dispose tout, évier des cuisines, bouches d'égout pour l'entrée des eaux pluviales, de manière à interdire

l'accès des tuyaux de circulation liquide à toute ordure de quelque volume, à la boue, aux balayures; le filtrage de leurs eaux est imposé aux industriels. De telle sorte que le liquide charrié par les égouts proprement dits est à peine souillé et

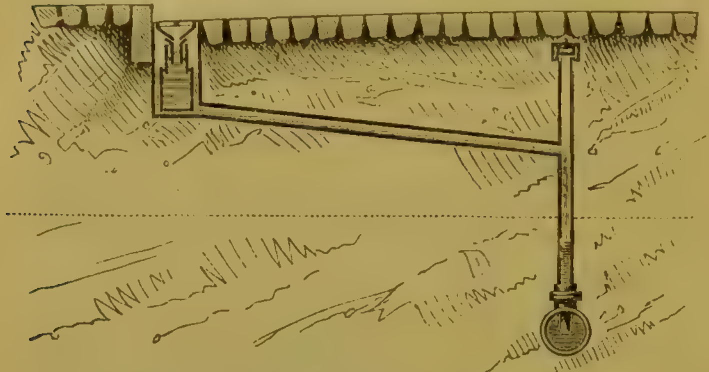


Fig. 162. — *Système différenciateur. Coupe en travers. Égout de rue* (*).

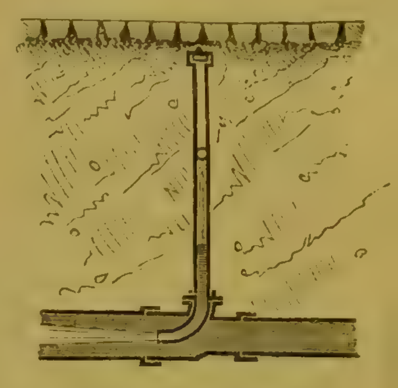


Fig. 163. — *Coupe longitudinale. Injecteur d'égout.*

peut être versé sans crainte dans le cours d'eau. Il n'y a pas à se préoccuper beaucoup de la pente des canaux, puisque ces eaux ne sont pas sales; d'ailleurs, on utilise l'eau de pluie pour le lavage de ces égouts à l'aide d'un *injecteur* (fig. 163).

L'autre système de canaux, celui qui aboutit au réservoir de rue et sur lequel s'exerce l'action aspiratrice, ne doit recevoir que les fœces et les urines. Il est en tuyaux de fonte et transporte une masse encore suffisamment liquide, contenant une partie de matière sèche sur 12 à 15 parties d'eau. Dans leur parcours souterrain, ces tubes sont plusieurs fois infléchis en siphon (fig. 164); cette disposition assure mieux la vidange complète par aspiration. Les tuyaux de chute de chaque



Fig. 164. — *Schéma d'un embranchement* (**).

latrine se réunissent en « tuyaux de rue », ceux-ci aboutissent à un « réservoir de rue », qui est lui-même relié à l'usine, située hors de la ville, par un « conduit expéditionnaire ». Les pompes sont à vapeur. Le vide est fait directement dans les réservoirs de rue, pendant que des robinets dont sont armés les tuyaux de rue suspendent leur communication avec le réservoir. Au moment convenable, un ouvrier tourne successivement ces robinets et les matières des latrines correspondant à chaque tuyau se précipitent dans le réservoir de rue. Pour vider celui-ci,

(*) La ligne ponctuée indique le niveau des caves.
(**) A gauche, tuyau de chute; en bas, tuyau latéral débouchant dans le tuyau principal.

on fait le vide dans un conduit latéral qui communique avec le conduit expéditionnaire; puis on interrompt cette communication et l'on ouvre le robinet, qui évacue le conduit expéditionnaire dans le réservoir.

Les cabinets et siège à cuvette ordinaire peuvent s'adapter au système Liernur, pourvu qu'il y ait au bas de la cuvette un siphon ou un coupe-air. Il faut seulement ne pas oublier que le système hollandais exclut l'emploi de l'eau comme obturateur et même comme moyen de lavage. Les partisans du procédé prétendent, avec raison à ce point de vue, que les matières pâteuses obturent beaucoup mieux qu'un liquide ténu. Mais l'inventeur n'accepte la responsabilité du fonctionnement de sa méthode qu'autant que l'on y aura joint les sièges et urinoirs, qu'il a imaginés tout exprès.

Le « siège pneumatique » se distingue « par la direction *verticale* de la paroi postérieure de l'entonnoir »; on pense qu'ainsi les matières fécales ne la saliront pas (il ne faut pas d'eau), la paroi antérieure étant lavée suffisamment par l'urine qui s'échappe au moment de la défécation. — On sait partout que d'ordinaire le premier de ces actes précède l'autre. — « Cet entonnoir est garni à sa partie supérieure d'une cuvette intérieure très courte qui est séparée du premier par un espace de 2 centimètres; cet espace est muni d'un tuyau ventilateur qui s'ouvre autant que possible dans une cheminée, ou qui dépasse le toit et porte alors un aspirateur

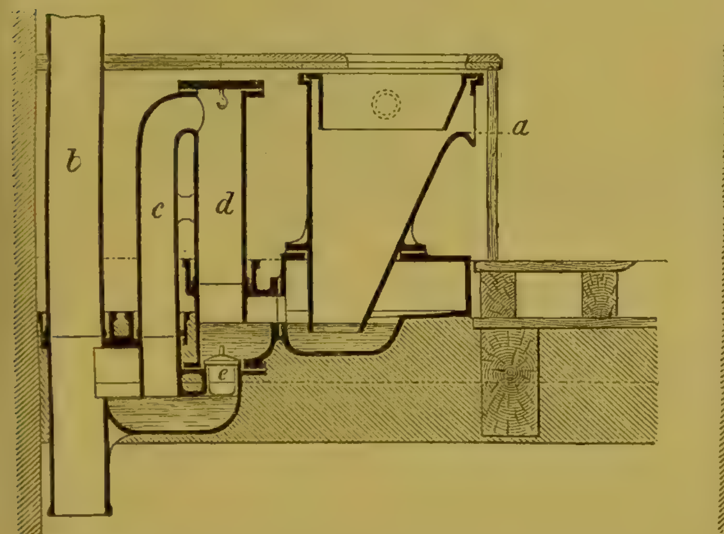


Fig. 165. — *Closet à air. Modèle avec rehaussement du siège. Coupe verticale* (*).

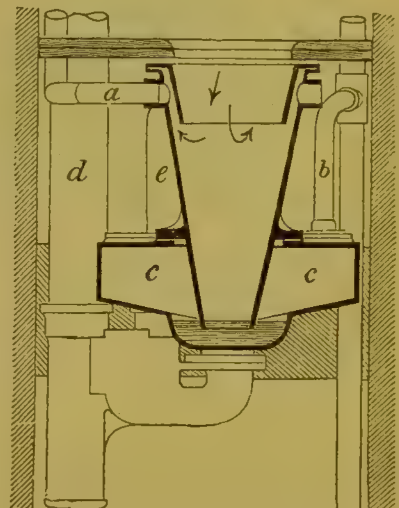


Fig. 166. — *Closet à air. Modèle sans rehaussement du siège* (**).

de Wolpert. Le siphon enfin aboutit à un tuyau de chute vertical, qui relie les différents « closets » de la maison, dépasse également le toit et est muni d'un aspirateur de Wolpert. En outre, M. Liernur a donné un modèle de cuvette d'urinoir qui réduit autant que possible la surface mouillée par l'urine, et qui force les personnes à ne se servir que de cette surface limitée; on n'a donc pas besoin d'eau pour le laver ». (Van Overbeek de Meijer.)

Les matières ne passent du siphon sous la cuvette dans le tuyau de chute que par débordement et non par action pneumatique; quand l'aspiration a lieu, la pression se fait par l'air du tuyau de chute et sur les matières déjà tombées en

(*) *a*, devant de l'extrémité supérieure de l'entonnoir; *b*, tuyau de chute; *c*, tuyau de communication; *d*, tuyau de débordement; *e*, poids obturateur.

(**) *a*, tuyaux de ventilation du réservoir; *b*, tuyaux de ventilation du réservoir; *c*, réservoir; *d*, tuyau de chute; *e*, tuyau de débordement.

bas de celui-ci. Pour les délicats à qui l'obturation fécale déplairait, l'inventeur ménage un flacon d'eau de senteur qui envoie automatiquement un jet parfumé dans la cuvette, quand le visiteur se relève du siège. Enfin, il a construit des modèles « avec rehaussement de siège » (fig. 165), ou sans rehaussement (fig. 166), fort ingénieux et qui ont pour effet d'éloigner notablement la matière stercorale obturante des yeux du visiteur, mais surtout d'empêcher de jeter de l'eau dans la cuvette; en effet, dans ces nouveaux closets à air, les matières ne se vident plus dans le tuyau de chute par le débordement du siphon; elles sont forcées d'attendre l'action pneumatique, s'emmagasinent, s'accumulent, et si quelque serviteur étourdi s'avise de projeter dans la lunette un excès d'eau sale, eau de toilette, urine des vases de nuit, il en est puni par le débordement des matières, de l'entonnoir dans le cabinet! Avertissement sévère, mais malpropre.

Nous ne nous occuperons pas ici de l'utilisation des matières fécales comme engrais, prévue par Liernur et offerte aux municipalités comme un gain réel et une séduction décisive. Cet aspect du système est au moins aussi contesté que le reste et assurément n'intéresse qu'indirectement l'hygiène. La propreté des villes est un gain positif en ce qu'elle élève la santé et la vigueur des habitants, qui travaillent et produisent; mais nous n'allons pas jusqu'à prétendre qu'elle fasse d'abord affluer des fonds à la caisse municipale. On ne demande pas aux villes, a dit un hygiéniste, ce que leur rapporte l'entretien des sergents de ville ou des sapeurs-pompiers.

Bien que Liernur ait fait à ses critiques la concession d'admettre les eaux ménagères et même l'eau pure dans la canalisation pneumatique, la matière fécale y est toujours beaucoup trop en évidence et le mécanisme beaucoup trop compliqué. Aussi, pour quelques partisans enthousiastes, Reclam, Villième, Van Overbeek, de Bruyn-Kops, Bergsma, s'est-il fait un grand nombre d'adversaires non moins catégoriques, Varrentrapp, Rawlinson, Hobrecht, Durand-Claye, Sander, Lent, Kalff, F. Fischer, Schmick, Kaftan, etc.

La *Commission de l'assainissement de Paris*, de 1882, qui visita l'installation du système Liernur, à Amsterdam, semble être restée froide en face de l'ingénieux mécanisme et personne n'a songé à le proposer en France.

Système Berlier. — Ce système réduit notablement le temps du séjour des excrétions dans la maison et les dissimule mieux que les appareils de Liernur. Il a de commun avec eux les petites conduites d'évacuation (de 8 à 10 centimètres de diamètre) et le fonctionnement par aspiration pneumatique. Il peut fonctionner sans eau, mais il prévoit régulièrement un volume d'eau de 2 à 3 fois celui des matières fécales. Il est appliqué partiellement à Lyon et à Paris. Les machines à faire le vide sont à 3 ou 4 kilomètres des points à desservir.

Dans la maison, à l'aboutissant du tuyau de chute, est installé un appareil *récepteur*, mis en rapport avec un *évacuateur* qui s'ouvre sur la conduite à vide.

Le *récepteur* est une boîte rectangulaire, renfermant un panier troué dans toutes ses parties, destiné à retenir les corps étrangers volumineux, en laissant passer les excréments solides ou liquides. Ce panier s'enlève, quand il est plein, ou se vide par un mouvement de rotation dans un récipient porté par l'ouvrier qui fait le nettoyage. Au besoin, on le remplace par une simple grille, comme on le voit en K (fig. 167), sur laquelle un arbre à palettes M triture les solides par sa rotation. Plusieurs récepteurs peuvent être desservis par le même évacuateur.

L'*évacuateur* A est un récipient cylindrique, faisant vase communicant avec les récepteurs et dans lequel les matières fluides de ceux-ci arrivent par le bas de la paroi, latéralement. Au milieu de la paroi du fond, débouche le tuyau d'aspiration, dont l'orifice est obturé par une sphère C ou clapet en caoutchouc, rattaché lui-même à l'extrémité d'un flotteur F. Lorsque les matériaux qui arrivent incessamment des récepteurs dans l'évacuateur, sont en assez grande abondance dans celui-ci pour soulever le flotteur, le clapet monte avec lui et toutes les matières se précipitent dans le tuyau d'aspiration, grâce à la différence de pression, puis le clapet retombe. Dans les conditions habituelles, ce mouvement a lieu toutes les huit heures.

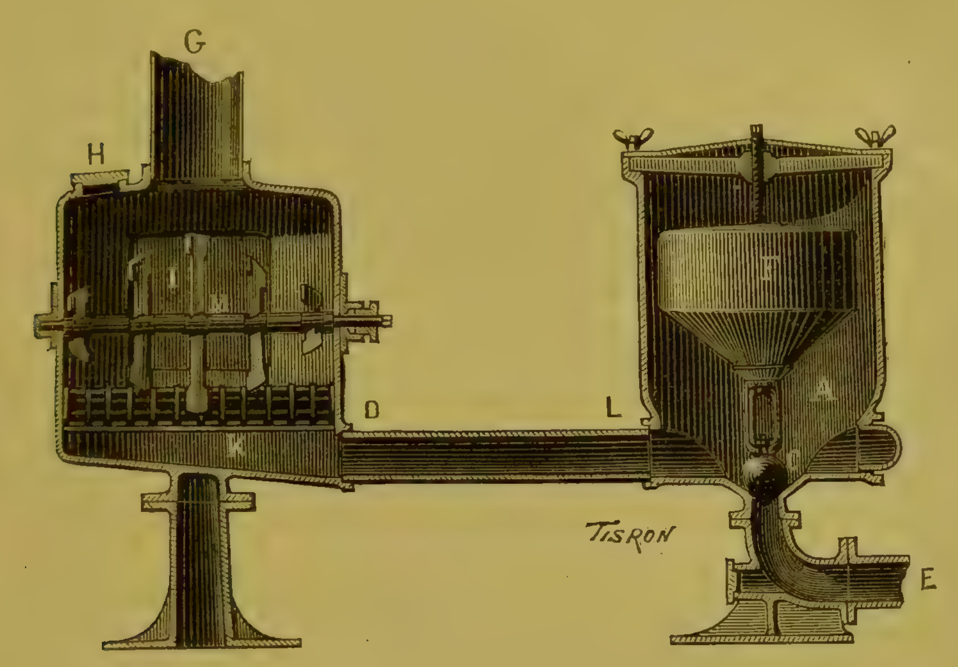


Fig. 167. — *Système Berlier. Coupe des appareils récepteur et évacuateur.*

Le système Berlier donne des résultats satisfaisants. La nécessité d'une usine d'aspiration n'est pas une raison de le repousser. Il paraît qu'il ne se produit pas d'obstruction dans ses conduites de petit diamètre. Mais il y a, au point de départ, un mécanisme très ingénieux et, à notre avis, c'est une faiblesse. Pour des raisons faciles à concevoir, *il faut le moins de mécanisme possible dans l'évacuation des immondices.*

Système Shone. — A l'inverse des précédents, l'ingénieur anglais Shone opère à l'aide de l'*air comprimé*. La ville à desservir est divisée en plusieurs quartiers peu étendus, ayant chacun son *lieu de déversement*, au point le plus déclive et indépendant du voisin. Au point choisi est établi un *éjecteur*, c'est-à-dire un récipient qui est à la fois en rapport avec la machine qui envoie l'air comprimé, avec les tuyaux d'amenée de rue et avec ceux d'évacuation. Les communications s'établissent automatiquement, par le jeu d'un flotteur qui, introduisant l'air comprimé quand l'éjecteur est rempli, ferme du même coup la soupape de la conduite de rue et ouvre celle d'évacuation. A Eastbourne, petite ville de bains de mer, où le sys-

tème a été appliqué pour la première fois, les matières sont conduites à la mer, ce qui est fâcheux, par des tuyaux de 15 centimètres. C'est donc un procédé spécial d'évacuation par canalisation. Nous l'avons décrit avec les systèmes à collectionnement, à cause de ce *lieu de déversement*, qui a bien l'air d'une fosse fixe, vidangée à de courts intervalles. Gibert (du Havre) et J. Uffelmann (de Rostock) ont rendu bon témoignage à ce mécanisme. Nous restons sur la réserve.

Système Amoudruz. — A Genève, on a de petites fosses intermédiaires à l'égout et au tuyau de chute, qui est protégé contre elles par un coupe-vent. Elles doivent être vidées à l'égout, au moins deux fois par an. Amoudruz a imaginé de faire cette opération en introduisant, par un trou du couvercle de la fosse, hermétiquement fixé, une sorte de lance de pompiers par laquelle on projette dans le réservoir une masse d'eau, ayant une pression suffisante pour le débarrasser en quelques minutes des matières fécales qu'il contient et le remplir d'eau propre. Il n'est pas douteux que ce traitement ne corrige d'une façon avantageuse cette singulière pratique du réservoir entre l'égout et le tuyau de chute, qui pourrait faire songer à quelque influence fécale dans l'étiologie des fièvres typhoïdes de Genève, si la mode n'était à accuser d'abord l'eau (ici, celle du lac « la plus pure du monde »).

Système Goldner. — Il consiste en une fosse étanche de 500 litres de capacité, remplie d'eau de telle façon que celle-ci déborde par un des bords du récipient. Le tuyau de chute plonge, par son extrémité inférieure, dans cette eau jusqu'au tiers environ de la profondeur de la fosse. Du fond de celle-ci et de sa partie moyenne, partent deux tuyaux de décharge. Les matières fécales et l'urine, étant plus lourdes que l'eau, restent au fond ou au milieu de la masse, en déplaçant seulement une certaine quantité d'eau, à chaque chûte de matières. Lorsque les excréments l'emportent d'une façon suffisante, on ouvre une vanne qui fermait le tuyau de décharge et les matières se rendent rapidement à la destination qu'on leur a assignée ; l'égout, sans doute, ou quelque petit dépotoir peu éloigné de la maison. Le tuyau d'évacuation moyen est destiné à ne soutirer que des liquides, si l'on en éprouve le besoin.

Ce procédé bizarre a été loué avec réserves par Baumeister, Birnbaum, Lang (à Carlsruhe; Goldner est de Baden-Baden), et formellement prôné, à Paris, par Laborde ; sans succès, d'ailleurs, parce qu'il est détestable. C'est une fosse à vidange fréquente et exigeant une autre fosse ; à moins qu'elle ne serve d'intermédiaire entre le tuyau de chute et l'égout, ce qu'il est tout indiqué de supprimer.

Vidange à sec. Traitement des matières par la terre. — Pour terminer cet exposé, nous rappellerons que l'on a tenté d'opérer la *vidange à sec* des fosses fixes, en utilisant les propriétés désinfectantes des poussières sèches et surtout celles de la terre, dont nous parlerons tout à l'heure. Eulenberg décrit un système constitué par deux fosses accolées ; dans la première tombent les excréments ; dans la seconde se trouve un mélange désinfectant : chacune d'elles est divisée inégalement dans sa profondeur par une

voûte poreuse ou simplement grillée, et le bas de la cloison verticale est également grillé. La partie liquide des matières filtre de la première en passant dans la seconde, d'où elle s'échappe par la partie supérieure ; la masse solide restante est vidangée à la pelle (!). Voilà, certes, une méthode peu séduisante. Mais que l'on ait projeté par intervalle de la terre sèche ou des cendres dans la pâte fécale de la première fosse, et l'on aura certainement une masse désinfectée, tout au moins maniable, s'il est dit qu'on doive l'extraire par le procédé très primitif qui est indiqué.

De même pourrait-on traiter par la terre sèche les fosses d'aisances des maisons de village, où la vidange est toujours pratiquée selon le mode le plus grossier, et opérer sur le dépôt excrémentitiel à peu près comme sur du terreau. Dans les villes, on n'a pas toujours aisément le terreau à sa disposition, et les cendres de chaque maison ne sont pas abondantes ; néanmoins la méthode sera bonne encore là où l'on aura le moyen de l'appliquer. En Belgique, en Hollande, en Angleterre, c'est la coutume de jeter chaque matin les cendres dans les fosses d'aisances. A Hull, 30,000 maisons le font systématiquement.

Le traitement de la matière des fosses par la *terre sèche* est essentiellement une pratique des camps, dit Vallin. Elle date de Moïse. Deux médecins militaires français, Fée et Vallin, l'ont remise en honneur. Du reste, trente ans avant les essais du Révérend H. Moule, les agriculteurs Chaptal, Philippe de Ré, Salmon et Payen, Maxime Paulet, avaient fait connaître le parti que l'on peut tirer du traitement des fèces par la terre sèche. A la vérité, il s'agissait de la fabrication d'engrais.

Les propriétés désinfectantes de la terre varient avec la *nature* de celle-ci. « La neutralisation d'une évacuation *solide* (150 à 200 grammes) est obtenue, dit Vallin, par les quantités *minima* qui suivent : argile, un demi-litre ou 700 grammes, et même moins ; — terre de jardin (*loam* des Anglais), trois quarts de litre ou 800 grammes ; — terre de bruyère ou terreau, un litre au moins ou 1 kilogramme. » Il n'en est plus de même pour la désinfection de l'urine : « Un litre d'urine reste à peu près inodore quand il est mélangé avec : terre de bruyère, 2 kilogr. et demi ou 2 lit. 50 ; — terre de jardin, 3 kilogr. ou 2 lit. 50 ; — argile, 7 kilogrammes ou 5 litres. » Le pouvoir désinfectant de l'argile pour l'urine est donc remarquablement inférieur.

La terre à désinfection doit être sèche, sans quoi sa propriété de retenir les gaz reste faible (Rolleston) ; aussi, en Angleterre, la fait-on sécher au four et, au camp de Wimbledon, sur des plaques de fonte chauffées. Le soleil, en Afrique et dans l'Inde, peut se charger de cette dessiccation ; à Madras, on arrosait au contraire la terre durcie par la sécheresse, afin de pouvoir l'attaquer à la pioche (Mouat), et le procédé restait sans succès.

Il est très important que la terre sèche et en poudre soit répandue à la surface des matières aussitôt après la défécation ; une fois que la fermentation a commencé, le résultat est évidemment moins aisé à obtenir et moins complet. En pratique, Vallin propose, comme nous l'indiquions plus haut et sans recourir au véritable système Moule, qui est à réservoir mobile, d'appliquer la désinfection par la terre sèche à des fosses fixes de petites dimensions, vidangées tous les trois ou tous les six mois, telles qu'on peut les avoir, à défaut de mieux, dans de petites villes,

dans des usines un peu écartées et dans la plupart des groupes d'habitations rurales. La vidange se fait réellement à sec et très aisément, sans dégagements d'odeurs ni de gaz offensifs.

D'après ce qui a été dit, on évitera le plus possible de recevoir les urines dans ces fosses, sauf celles qui sont expulsées dans une exonération complète; encore est-il possible de donner un autre cours à l'urine, même dans cet acte, sauf quand le cabinet est visité par des femmes (Voy. plus loin, *Système diviseur*).

Le terreau retiré peut servir une seconde et peut-être une troisième fois, après avoir été mis à sécher; ce qui a lieu sous un hangar et s'accomplit sans odeur. En effet, de ce que la terre renferme des matières organiques, il ne s'ensuit pas qu'elle cesse de pouvoir décomposer d'autres matières organiques. Il serait peut-être même plus vrai de dire que pour jouir de cette propriété, il faut qu'elle renferme des matières organiques, ou mieux, certains organismes (Müntz et Schlœsing).

Il est préférable (Vallin) de ne faire servir qu'une fois la même terre. On la livre ensuite à l'agriculture.

Ce système ne peut guère, malheureusement, être généralisé à une grande ville, à cause de l'énorme va-et-vient, qu'il entraînerait, des voitures apportant la terre et remportant l'engrais. Toutefois il est possible de détourner une grande part de l'urine de prendre la direction des fosses, et, dans de telles conditions, il serait rationnel de conseiller la fosse à la terre sèche à toute ville qui déclare ne pouvoir vidanger à l'égout. Ce n'est pas impraticable en grand, puisque cela existe. A Lancaster, des fosses servant à 3,000 personnes sont traitées à la terre et vidangées à sec par une compagnie et par entreprise. Ne trouverait-on pas tout de suite, en temps de choléra ou de fièvre typhoïde, le moyen d'amener la terre sèche pour recouvrir les déjections des malades, si les médecins recommandaient cette garantie ?

L'importance des latrines à la terre du camp de Vimbledon n'est pas moindre que celle des installations de Lancaster. La prison de West Riding, à Wakefield, avait, en 1874, 800 closets à la terre. Diverses écoles anglaises usent du même procédé, ainsi que beaucoup de casernes et d'asiles d'aliénés. On le retrouve dans les établissements militaires, les prisons, les hôpitaux des Indes anglaises. En Autriche, Fée cite le camp de Brück, sur la Leitha, comme se l'étant approprié. La méthode ne semble pas avoir gagné l'Allemagne, à moins qu'on n'assimile aux fosses à la terre celles qui usent du désinfectant Petri, composé de tourbe, de débris de charbon de terre et de goudron de houille, et que l'on étend en poudre sur les matières, conjointement avec les cendres et les balayures.

Fosses mobiles. — La plupart des paysans, les hommes au moins, qui ont affaire aux champs à peu près tous les jours, profitent de l'espace et des ombres discrètes pour confier à la terre et loin de leur demeure, le résultat de l'exonération principale de la journée; l'habitation est absolument hors de cause. L'homme des grands groupes sédentaires est forcé d'accomplir chez lui cet acte malséant ; mais si, au lieu de s'éloigner du produit, ce qui lui est impossible, il peut le faire emporter à distance au plus vite, le résultat sera à peu près le même pour l'air et le sol des lieux habités; l'habitation urbaine sera aussi peu compromise de ce côté que l'habitation rurale.

Quand une personne est retenue au lit par une affection grave et qu'elle a été obligée de satisfaire à l'exonération fécale sans quitter la chambre, on s'empresse de couvrir et de désodoriser, tout au moins, sinon d

désinfecter l'excrétion dans le vase qui l'a reçue et de transporter le tout à distance de la pièce. Ne peut-on se dire que la maison est l'appartement de la famille, que la ville est celui du groupe, et qu'il faut agir sur les excrétions de la collectivité comme on l'aurait fait pour celles de l'individu ? Tel est le but des *fosses mobiles.*

A Pékin, selon Morache, « chaque matin, un industriel vient enlever avec sa hotte les matières recueillies dans un grand vase, commun à toute la famille, sorte de chaise percée rudimentaire. » Ce procédé est entouré de circonstances dégoûtantes et s'applique dans un but agricole bien plus que dans une pensée d'hygiène. C'est néanmoins le rudiment d'un système qui peut devenir très salubre. Édimbourg, pour un tiers de ses habitations

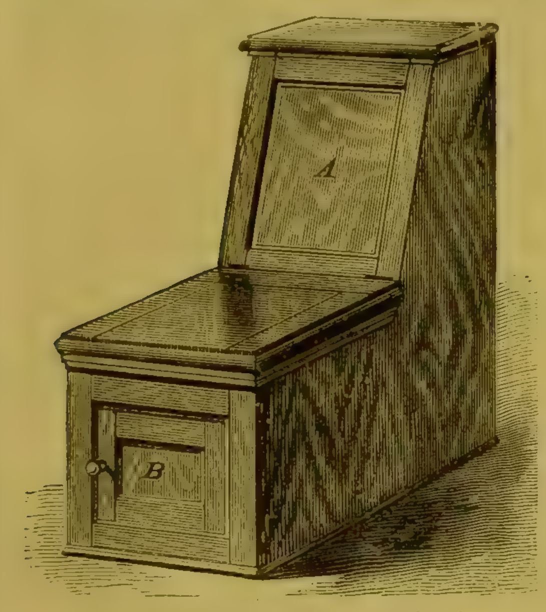




Fig. 168. — *Earth-commode* (*).

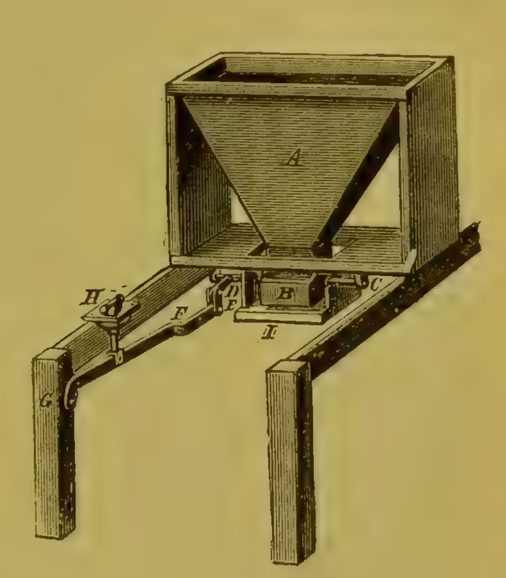


Fig. 169. — *Son mécanisme* (**).

(Sander), a conservé le système chinois et ne s'en trouve pas trop mal.

Mais il y a évidemment mieux à faire que de placer, chaque matin, le vase de nuit à la porte, confié aux soins des balayeurs de rues.

La façon la plus simple d'employer les fosses mobiles consiste à placer à l'extrémité inférieure du tuyau de chute des latrines, rendu le plus court possible et s'adaptant exactement avec l'ouverture du récipient, un tonneau à parois imperméables et imputrescibles, percé sur un de ses fonds, pour recevoir l'extrémité du tuyau de chute. A la rigueur, le tuyau peut être tout à fait supprimé, ainsi que le siphon ou tout autre appareil obturateur, si le tonneau est préparé d'avance avec un mélange désinfectant, ou si, aussitôt après la défécation, le visiteur fait arriver sur la selle rendue une poudre désinfectante, cendre, terre sèche, etc., soit avec une pelle à main, soit à l'aide d'un mécanisme analogue à celui qui détermine un écoulement d'eau dans les cuvettes des water-closets. C'est ce qui a lieu dans l'*Earth-*

(*) A, compartiment supérieur renfermant la trémie à terre sèche; B, compartiment inférieur, renfermant le récipient mobile.

(**) A, trémie à terre sèche; B, déversoir, dont le contenu tombe par le soulèvement de la poignée, et qui se remplit de nouveau, aux dépens de la trémie, quand la poignée retombe et le referme.

closet ou *Earth-commode* (fig. 168 et 169), originairement proposée par le Révérend Moule, et qui peut, à la rigueur, être introduite dans les appartements.

Il est presque inutile de recommander d'avoir en double et même en triple le vase récipient; pendant que l'un se remplit, les autres sont mis à sécher.

Dans les latrines de l'hôpital militaire de Bourges, les tinettes du système Goux sont également placées sous la cuvette, sans intermédiaire. Celle-ci a même la forme inverse des cuvettes ordinaires, c'est-à-dire qu'elle représente un cône tronqué à sommet supérieur. Cette disposition a pour effet d'éviter que les matières atteignent et souillent les parois de cette cuvette, dans laquelle il est expressément défendu de jeter de l'eau. Les urinoirs sont à part, et c'est l'entrepreneur qui se charge du nettoyage des sièges et des cuvettes.

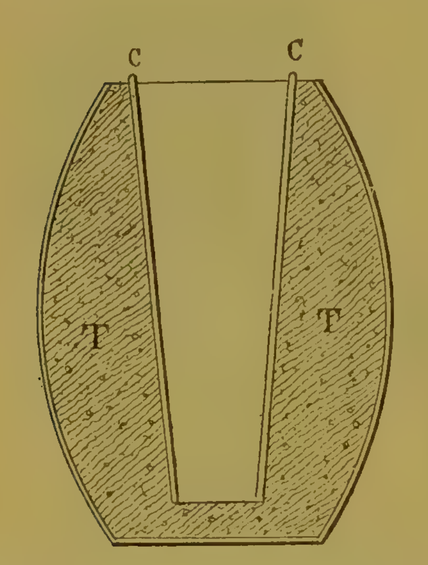


Fig. 170. — *Tonneau mobile pour latrine* (système Goux) (*).

Le mélange dont on garnit les tonneaux, dans ce système, est peut-être déjà trop organique lui-même. Il se compose « des poussières et balayures des greniers à fourrages, de déchets de graines, de crottin sec de cheval, de vase, de tourbe, de fanes sèches » (Vallin), de paille hachée, de débris quelconques, en particulier de résidus de filatures et tissage; le tout, mis à fermenter pendant six à huit mois avant que l'on s'en serve, ce qui, en soi, a l'air d'être tout d'abord une autre insalubrité. Ce mélange est introduit, au dépotoir, dans les tinettes, qui sont des cylindres en tôle; il est foulé et maintenu dans l'intérieur, contre les parois, par un gabarin en tôle, qui n'est enlevé qu'au moment de la mise en place de la tinette. La coupe de celle-ci présente à ce moment l'aspect de la figure 170.

Les tonnes mobiles devant être enlevées souvent, tous les jours même, il est naturel que l'on suive le conseil de Radcliffe de les placer au niveau du sol, de telle sorte qu'il n'y ait ni à monter ni à descendre les tinettes, soit pleines, soit vides. Ceci comporte la suppression du tuyau de chute pour les latrines du rez-de-chaussée, mais non point celui des latrines des étages, qui ne pourraient autrement bénéficier du système. On réunit toutes ces tinettes, quand il s'agit d'un grand établissement comme un hôpital, dans un espace voûté, de plain-pied avec le pavé du passage des voitures, possédant sa ventilation spéciale, s'ouvrant sur le dehors et ne communiquant avec aucun des locaux intérieurs. Il faut, dans ce cas, que les locaux habités du rez-de-chaussée soient eux-mêmes plus élevés que la chaussée, d'environ un mètre. C'est par les portes de cet espace que l'on a introduit

(*) T, T, terre désinfectante; C, C, cône mobile pour servir à tasser la terre.

et que l'on extrait les tonnes, sans que les habitants s'aperçoivent de la vidange. Il est bon que le sol en soit dallé et en pente légère vers le dehors, tant pour faciliter la sortie des tinettes que pour les lavages.

En dehors des établissements qu'il assainit, le système Goux présente des inconvénients et provoque des réclamations par la pratique des « tas » ou dépôts d'immondices, que l'on forme en plein air avec les matières extraites des tinettes, et qui deviennent des foyers de fermentation mal odorante et une cause d'infiltrations putrides dans le sol. Vallin estime qu'il conviendrait de maintenir pendant quelques mois le « compost » au repos, sous des hangars bien ventilés, où il opérerait lentement sa transformation en fumier. Ici, comme toutes les fois que l'on a pris un peu sérieusement à cœur l'utilisation des excréments pour l'agriculture, et que l'aboutissant des opérations d'assainissement a été destiné à devenir une marchandise, le but secondaire a nui au but capital; l'*absorbant* des tinettes Goux, pour cette raison, est déjà putride lui-même et on le prodigue le moins possible; les tas ne sont plus un mode d'éloigement des immondices, mais une fabrique d'engrais.

Le Conseil d'hygiène du Nord, très favorable en principe au système, lui a cependant interdit l'installation de son dépôt dans les faubourgs d'Avesnes et l'a obligé à le reporter à la campagne.

Les tinettes Goux (ou Thuasne), qui ont fonctionné, après 1871, dans les camps permanents autour de Paris, ont reçu l'assentiment de Sarazin, au nouvel hôpital militaire de Bourges. On les voit installées dans beaucoup des casernes récemment bâties, dans les régions du centre, sous des édicules un peu écartés des pavillons. Les soldats gagnent, par quelques marches d'escaliers, la plate-forme où s'ouvrent les compartiments individuels de la latrine. Il n'y a pas de siège et le visiteur s'accroupit, comme sur les trous à la turque. L'urine ne tombe pas dans la tinette, mais est projetée en avant et doit gagner une rigole, creusée dans la dalle ou le ciment, qui passe devant toutes les loges. C'est le point faible de cette installation, parce que l'urine se répand aussi en dehors de la rigole et qu'il ne coule pas assez d'eau dans celle-ci.

Les tinettes doivent être en métal; la ville de Graz possédait un système de fosses mobiles qui avait quelque réputation en Allemagne; mais ces récipients étaient en bois, de la capacité de 112 litres pour 60 personnes et par jour, de 280 litres quand la vidange devait être moins fréquente. On s'est aperçu que ces tonneaux s'imprégnaient des liquides excrémentitiels et en gardaient définitivement l'odeur.

Les tuyaux de chute doivent être à paroi interne lisse, pour éviter les lavages que nécessiterait l'adhérence des matières. Le système est, en effet, incompatible avec l'emploi de l'eau. Il ne repousse cependant pas absolument cette ressource, pourvu qu'elle soit limitée et que le chiffre de l'eau dépensée soit à peu près invariable. A l'hôpital de la Charité de Lille, lorsque l'on eut reconnu les inconvénients du système diviseur, on voulut, à l'aide d'une sorte de compteur, réduire à 2 à 3 litres à chaque défécation les 18 litres qui avaient été assurés aux tinettes filtrantes. C'était encore beaucoup, puisque cela multiplie par 10 ou 12 la capacité des récipients et le travail qui suffisent lorsqu'on se borne à l'usage des désinfectants secs; surtout, l'eau un peu abondante exclut presque ceux-ci et, dans tous les cas, en diminue bien l'efficacité. On a dû y renoncer.

D'ailleurs, on n'est pas toujours obligé de se servir des tinettes préparées ou de la désinfection à la terre; à Hull et à Glascow, à Manchester, on se sert des cendres fournies par les foyers domestiques; à Rochdale, où plus

de 5.000 latrines sont à fosses mobiles, et dans quelques autres cités, les tinettes sont garnies d'un désinfectant au chlorure de chaux ou à la chaux phéniquée. A la rigueur, on peut n'employer aucun auxiliaire autre que les obturateurs ordinaires, un système de fermeture exact des tonnes, et une appropriation mathématique de leur capacité à la proportion des déjections qu'elles sont appelées à recevoir. Sander calcule que les tonnes en usage à Heidelberg, jaugeant 100 litres, suffisent à 15 personnes pendant trois jours, y compris 30 litres d'eau en prévision des lavages inévitables. Cela suppose 1.600 grammes environ de déjections par personne et par jour; la plus grande partie de l'urine y est évidemment comprise. Les plaintes qui se sont élevées contre le système, à Leeds, où 16,000 personnes en usent, à Birmingham où il y a 2,700 tonnes, proviennent apparemment de négligences dans la fermeture, du manque de précaution vis-à-vis des trop-pleins ou de quelque autre lacune qu'il est possible de combler. A vrai dire, le procédé qui consiste à adapter le bas du tuyau de chute avec le couvercle de la tinette, hermétiquement clos tout autour, expose le cabinet au reflux des gaz fétides, que les matières elles-mêmes déplacent en tombant (Brouardel).

Des hygiénistes autorisés regardent le système des fosses mobiles comme le meilleur après celui de l'éloignement des immondices par canalisation. Pettenkofer l'a conseillé à Munich, en attendant ce dernier, et le conseille à toutes les villes qui ne disposent pas d'eau en abondance. Nous sommes également convaincu de sa supériorité et de la facilité qu'il y aurait d'augmenter encore les garanties qu'il offre, à défaut de l'évacuation par les égouts. Il existe des statistiques en faveur du système des tonnes. Seaton, comparant entre elles deux périodes, l'une pendant laquelle la ville de Nottingham était vouée aux fosses fixes, et l'autre qui a été marquée par la généralisation des fosses mobiles, constate que la seconde a vu notablement diminuer le nombre des décès par les fièvres continues.

	Population.	Cas de fièvres.	Décès.	Proportion pour 10,000 habitants.
1868-1872	85,000 habit.	748	395	9,2 décès.
1873-1777	95,000 —	549	256	5,3 —

Le même résultat a été obtenu à Heidelberg (Mittermaier), où le système des tonnes mobiles (sans diviseur) est obligatoire depuis 1876.

Sans doute, une ville qui modifie entièrement un organisme aussi important que la vidange publique institue en même temps quelque autre mesure d'hygiène d'une influence décisive, et la cause de l'amélioration de la santé générale est complexe. Néanmoins, les chiffres qui viennent d'être cités ont une part de signification vis-à-vis du sujet qui nous occupe et nous les tenons pour valables.

On se débarrasse du contenu des tonnes en fabriquant des engrais, comme des eaux d'égout par l'irrigation. Ces aboutissants de la masse fécale des villes sont toujours un grave souci et l'origine de dangers positifs ; la salubrité de tout ce qui ressemble à un dépotoir est un problème difficile à résoudre. Ce qui le complique, c'est la tendance à laquelle tout le monde, administrations et particuliers, cède plus ou moins, de diminuer par la valeur de l'engrais les frais de vidange. Comme le prouve l'exemple de Nottingham et de Rochdale, la valeur de l'engrais peut rembourser la moitié environ des dépenses, de telle sorte que la vidange ne revienne pas à plus de 1 fr. 25 ou 1 fr. 50 par habitant. Il est à noter que les excréments plus frais des tonnes

sont un engrais plus riche que ceux des fosses fixes, qui ont fermenté. Mais la fabrication de la *poudrette* n'est point le but, et il ne faut pas que, pour favoriser cette transformation des excréments, si rationnelle qu'elle soit, l'on tolère des négligences ou des défauts dans la confection et l'enlèvement des tonnes, non plus que l'installation du dépotoir dans l'intérieur ou au voisinage trop immédiat des villes.

Système diviseur. — Le système diviseur relie les procédés d'enlèvement d'immondices par vidange à ceux qui comportent la canalisation exclusivement, puisqu'il se sert de l'un et de l'autre mode. Il répond, ou cherche à répondre, à un double but : 1° retarder la putréfaction des fèces en les privant d'humidité ; 2° simplifier la vidange en diminuant le volume des matières à enlever de toute la partie liquide (urine et eau), qui est en réalité la plus abondante. Il est applicable aux fosses, comme l'était le *grand diviseur* de Dugléré, sorte de tamis ou cloison perforée, demi-cylindrique,

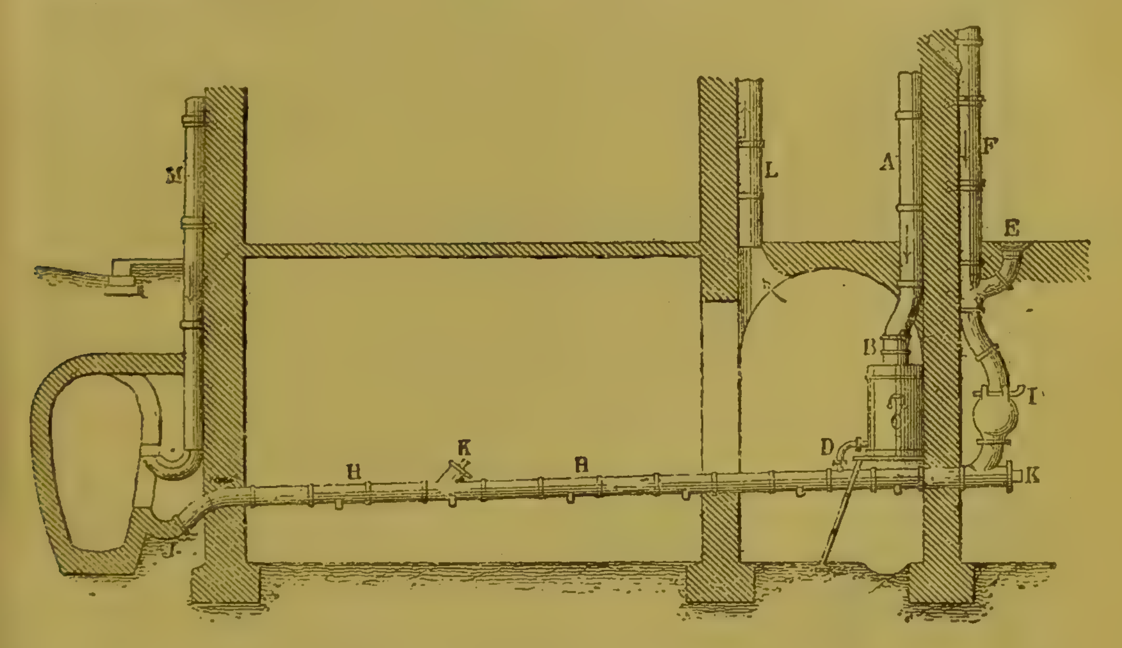


Fig. 171. — *Tinettes filtrantes à Paris* (*).

cimentée dans le réservoir fixe ; ou aux tonnes, ce qui est le cas le plus habituellement réalisé, ainsi qu'il arrive des *séparateurs* de Huguin, de Cazeneuve, de Chesshire, Taylor, etc.

Ce que l'on appelle en Allemagne « *closets à air* de Mehlhose » est une disposition qui permet à l'urine projetée contre la partie antérieure de la cuvette, dans l'acte de l'exonération totale, d'arriver dans un vase facile à enlever, en même temps qu'un tuyau d'évent, débouchant dans une cheminée, enlève les gaz dégagés par

(*) A, tuyau de chute des cabinets; B, collier mobile à baïonnette pour relier le tuyau à l'appareil ; C, appareil diviseur de 0m,80 de haut sur 0m,40 de large et renfermant une plaque verticale de 0m,25 de large, percée de trous de 0m,006 de diamètre pour laisser écouler les liquides par le tube en caoutchouc à raccords D ; E, siphon obturateur recevant les eaux des cours ; F, tuyau d'eaux pluviales servant aussi pour les eaux ménagères à chaque étage ; H, collecteur général ; I, siphon obturateur à enveloppe empêchant les émanations de remonter aux étages supérieurs ; J, siphon ouvert à déversoir, placé dans le branchement d'égout ; K, tampons de dégorgement placés de distance en distance et aux coudes ; L, ventilateur allant jusqu'au toit ; M, eaux pluviales, côté de la rue. Le tuyau doit plonger en J. (Ch. Joly.)

les fèces, recueillies seules en arrière; deux tuyaux d'accès, ménagés en avant et fermant à coulisse, assurent la rentrée d'air neuf. Cet appareil, qui ne peut bien fonctionner que pour des hommes, réussit dans les casernes et les hôpitaux militaires.

Le docteur Reimer avait installé à l'asile d'aliénés de Görlitz une fosse ventilée par la voûte à la façon de ce que nous avons précédemment décrit sous le nom de *système d'Arcet,* mais de la partie inférieure de laquelle part un tuyau légèrement en pente, avec une courbure en siphon vers le milieu de son trajet, muni à son origine d'une grille séparatrice. Les solides restent dans la fosse; les liquides gagnent une sorte de puits à parois étanches d'où l'on peut les extraire à l'aide d'une pompe.

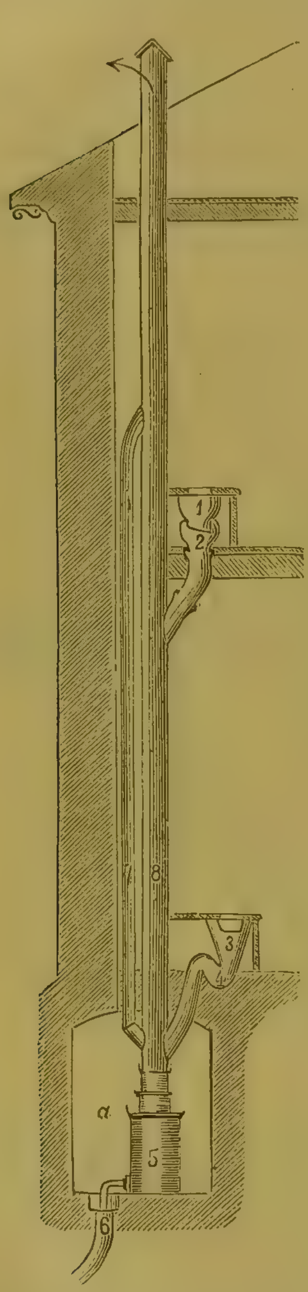


Fig. 172. — *Ventilation des tinettes.*

Le plus habituellement, le système diviseur emploie la fosse mobile ou *tinette filtrante* et le déversement des liquides à l'égout. Un vase cylindrique en métal, haut de 80 à 95 centimètres, large de 35 environ, divisé en deux parties très inégales par une cloison percée de trous, placée horizontalement, ou plus souvent verticalement, s'applique exactement à l'orifice inférieur du tuyau de chute et reçoit les excréments dans son compartiment le plus large; les urines et l'eau de lavage, quand le cabinet est un water-closet, ce qui est le cas ordinaire, filtrent à travers la cloison et gagnent l'égout par un tuyau adapté à un orifice que l'on ménage à la partie inférieure de la tinette, du côté du petit compartiment. La figure 171 (Ch. Joly) représente essentiellement les dispositions adoptées à Paris pour l'installation de ces appareils.

Si les jonctions de la tinette avec le tuyau de chute et le conduit d'écoulement des liquides sont hermétiques, ce qui doit être, sans nuire à la rapidité du placement ou de l'enlèvement de ce réservoir, il est inutile de s'occuper de la ventilation de l'espace voûté qui l'abrite et qui doit être dans les mêmes conditions que pour les fosses mobiles (s'ouvrant à l'écart et de plain-pied avec la chaussée). La figure 172, de Wiel et Gnehm, montre le mode de ventilation des tinettes et leur raccord avec les cabinets d'aisance. Le tuyau de chute 8, prolongé jusqu'au toit, suffit à assurer le dégagement des gaz de la tinette; on le renforce d'un canal supplémentaire 7, pour les cas d'obstruction. Les cuvettes des sièges sont à clapet, 1, 2, ou à siphon, 3, 4. Le mieux est que le tuyau d'écoulement plonge dans l'eau d'un obturateur hydraulique, 6. Il faut se garder de faire passer les liquides dans un canal découvert, comme cela existe dans la figure 171, même lorsqu'un tel canal ne sortirait pas du caveau des tinettes; le sys-

tème diviseur, installé primitivement à l'hôpital Sainte-Eugénie de Lille, et qui souleva la juste réprobation du Conseil de salubrité, se servait d'un canal de ce genre, remarquablement fétide, comme on pense.

Il est difficile d'adapter le système diviseur à de vieilles maisons qui n'ont pas été bâties en prévision d'une disposition de ce genre. Aussi ne fonctionne-t-il, à Paris, que dans environ 13,000 maisons et surtout des quartiers neufs (boulevards Malesherbes, Haussmann).

La C[ie] Richer (depuis C[ie] Lesage) plaçait ses tinettes filtrantes dans le branchement souterrain qui conduit de la maison à l'égout; l'enlèvement se faisait par les galeries d'entrée ou les puits de descente, sans que les habitants s'en aperçussent. C'est encore cette disposition que proposait Alphand en vue de la généralisation de la vidange liquide dans tout Paris. Les vieilles maisons pratiqueront plus aisément un branchement d'égout qu'une loge à tinettes dans leur intérieur. A la rigueur, elles utilisent comme caveau la fosse fixe supprimée.

Il faut avoir soin de proportionner le nombre et la capacité des tinettes aux besoins des habitants. Ceci s'applique surtout aux habitations collectives, car une seule tonne suffit aisément pendant une semaine et plus à toute une famille. Bürkli calcule qu'une tinette de 200 litres peut servir pendant quatre jours à 20 personnes. Placée dans l'égout, on prétend qu'il n'y a pas d'inconvénient à ce qu'elle séjourne vingt ou trente jours. Je ne partage pas cette sécurité; le contenu des tinettes finit bien par entrer en fermentation, et il est possible qu'alors celles-ci infectent l'égout beaucoup plus que ne le feraient les matières totales, *circulant* immédiatement. Le remuement qui s'y produit à l'arivée de chaque nouvelle déjection est évidemment propice au dégagement des gaz putrides.

Les tinettes peuvent être chargées sur des voitures et circuler en ville sans inconvénient, si elles ferment bien et n'ont pas été salies extérieurement; ce qu'il est possible d'obtenir. On les dirige soit vers la campagne pour y être utilisées comme engrais immédiat, soit vers un dépotoir ou une fabrique de poudrette.

Le système diviseur est regardé par quelques hygiénistes comme le meilleur de tous ceux qui comportent la vidange et même comme supérieur à tout autre mode, y compris la canalisation intégrale des excréments. Pour mériter un pareil éloge, ne fût-ce qu'en théorie, il faudrait, à une observation exacte des règles qui viennent d'être tracées, spéciales à ce procédé, joindre d'abord des *diviseurs* irréprochables, ce qui n'est pas précisément commun et ce qui, à vrai dire, n'est pas aussi simple qu'on pourrait le croire. Un tamis très fin, qui laisse passer entièrement les selles diarrhéiques, ne permet presque aucune perte de liquide de la part des matières qui ont la consistance pâteuse; que les trous soient plus gros et que le cabinet soit à water-closet, l'eau désagrège les fèces et les entraîne à travers le filtre sous forme de grumeaux; il ne reste guère dans la tinette que des morceaux de papier, des épluchures, des cheveux, des os, du linge, des tessons de bouteille. Aussi peut-on rester des années, comme l'a vu Brouardel, sans enlever la *tinette-filtre*, qui fonctionne jusqu'à ce que le papier et les corps analogues en aient bouché les trous. C'est un tout à l'égout réel, sauf qu'on ne l'avoue pas, « l'*hypocrisie du tout à l'égout*, » comme on l'a dit justement, avec cette circonstance

fâcheuse qu'on n'a pas pris de dispositions en conséquence et qu'il y a un intermédiaire dangereux.

Un architecte parisien, Eugène Miotat, propose de remplacer les tinettes filtrantes par un appareil *dilueur* ou boîte grillée (fig. 173 et 174), de forme carrée, qui serait placée dans une cuvette circulaire, se raccordant par en

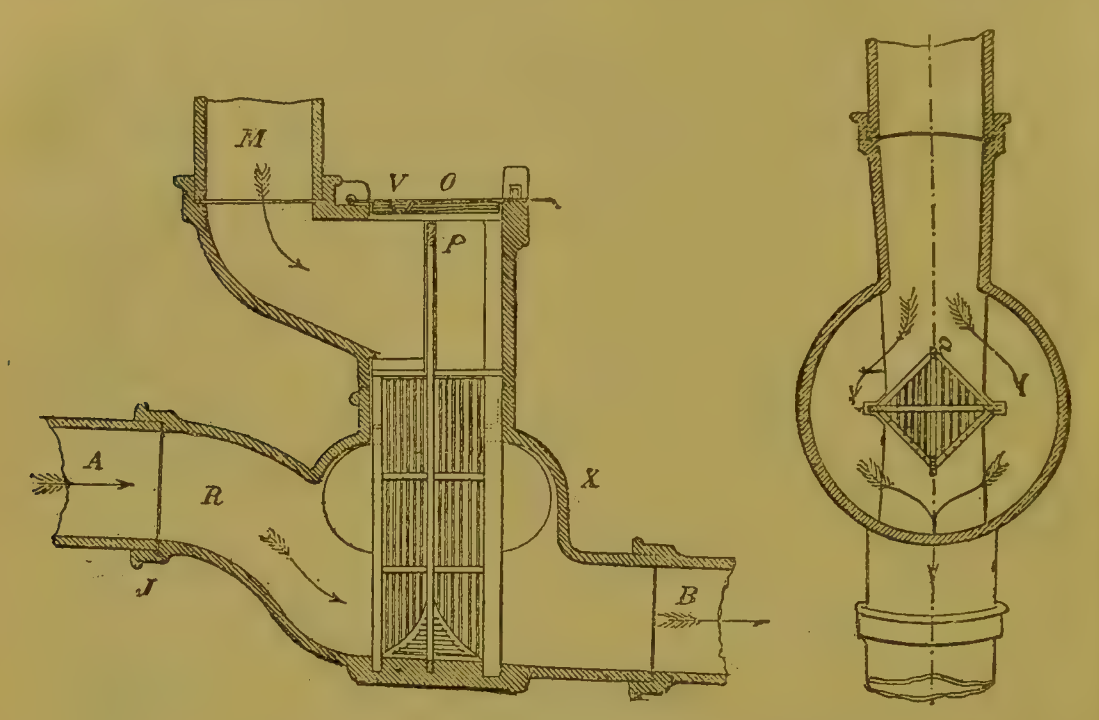


Fig. 173 et 174. — *Appareil dilueur* (*système Miotat*) *; coupe longitudinale et coupe perpendiculaire.*

haut avec le tuyau de chute d'aisance M des différents étages de la maison et actionnée en flanc par une branche A de la distribution d'eau. La boîte grillée, d'ailleurs mobile, serait placée de façon à se présenter non par une face, mais par un angle, au courant de la conduite d'eau. On infléchirait en bas et l'on rétrécirait en forme de cône le tuyau de cette conduite pour renforcer l'action de l'eau sur les matières de la caisse, qui ne retiendrait à peu près que les corps étrangers volumineux.

Solidairement avec cette disposition, Miotat a l'intention de faire passer les excrétions seules, ou additionnées des eaux ménagères, dans une canalisation séparée qui consisterait en petites conduites pratiquées sur le radier des grands égouts actuels. C'est le *Separate-System*, que nous retrouverons plus loin. Sans préjuger encore de la valeur absolue de cette *séparation*, nous croyons que toute machine compliquée et tout intermédiaire (autre que le siphon intercepteur) entre le tuyau de chute et l'égout sont des conceptions médiocres et généralement à repousser. Par conséquent, nous nous réservons vis-à-vis du *dilueur* et il semble que les hygiénistes connus fassent de même.

Vers 1857, on enlevait annuellement près de 500,000 mètres cubes de matières excrémentiticlles de Paris (le chiffre actuel est plus élevé : 1,650 mètres cubes *par*

nuit, dit Vallin; 600,000 mètres cubes par an) et, par conséquent, la masse putride envoyant ses gaz sur la capitale n'était jamais beaucoup au-dessous de ce chiffre. C'est donc un réel bienfait que l'administration municipale ait permis le déversement des liquides à l'égout, moyennant des conditions faciles à remplir. L'abonnement à l'eau, que nécessite l'adoption du système, est encore moins coûteux que la vidange des fosses fixes, qui revient à 7 ou 8 francs par mètre cube. Mais si l'on réfléchit que la soi-disant filtration des tinettes laisse passer toute l'urine et probablement plus des trois quarts des fèces, c'est-à-dire au moins 90 p. 100 des matières excrémentitielles, on se demande pourquoi cette même administration a craint de permettre la vidange complète à l'égout, comme nous verrons qu'elle existe en beaucoup de villes..

La Commission parisienne de 1874 (pour remédier à l'infection de la Seine) conseillait indifféremment les tinettes-filtres ou les tuyaux de chute directe dans l'égout. Le Conseil municipal (séance du 15 novembre 1875), considérant que la vidange complète à l'égout porterait de 43 à 75 grammes d'azote par mètre cube la souillure des eaux d'égout, pensa qu'il était préférable, jusqu'à plus ample expérience, de perfectionner les systèmes actuels d'enlèvement des matières solides. En 1879, Alphand, directeur des travaux de Paris, déclara que l'écoulement des solides à l'égout présenterait beaucoup plus d'inconvénients que d'avantages et serait même incompatible avec la construction des 600,000 mètres cubes d'égouts de la capitale. La ville proposa donc de rendre *l'écoulement des liquides obligatoire à l'égout*, en prélevant une taxe annuelle de 30 francs par tuyau de chute sur les propriétaires. C'était la suppression des fosses fixes, laquelle aurait dû être définitive après trois ans, si l'on ne tâtonnait depuis dix années. Et c'eût été un progrès, d'autant plus qu'il menait inévitablement à la vidange intégrale par l'égout, qui se pratiquait déjà dans quelques grands établissements : la Salpêtrière, les Invalides, l'École militaire, l'Hôtel des monnaies, et s'est étendue depuis, comme nous le dirons. Mais cela ne prouve que très indirectement les mérites du système diviseur. « Ou bien la tinette divise, dit Guéneau de Mussy (Henri), et dans ce cas elle n'a aucun avantage sur la fosse mobile; elle est à la fois un foyer d'émanations délétères et de fermentation putride. Ou bien elle ne divise pas, et alors son moindre défaut est de ralentir le cours de l'eau de lavage et de diminuer la puissance de la chasse. » L'auteur en conclut à la vidange immédiate à l'égout; ce qui est également l'opinion de Durand-Claye et celle que nous allons chercher à faire prévaloir dans l'article suivant.

3° **Évacuation immédiate.** — Ce procédé a pour principe le départ immédiat et la *circulation continue* des matériaux usés. Le tuyau de chute débouche directement, sauf des précautions que l'on indiquera, dans un canal qui emportera à distance, sans stagnation nulle part, ces matériaux, mêlés à une quantité d'eau variable, qui est précisément leur véhicule et le principal agent de leur cheminement. Dans sa réalisation complète, ce système est l'évacuation des immondices par *flottaison* (*Schwemmsystem* des Allemands).

Ce que nous avons appelé par abstraction un *canal* est, en fait, un réseau de canaux, le *réseau des égouts*. Son étude appartient à l'HYGIÈNE URBAINE. Mais son adaptation à l'éloignement des immondices, que nous devons légitimement exposer ici, nous fera entrer assez avant dans cette étude pour qu'il semble préférable, en vue d'éviter un double emploi, d'aller jusqu'au bout et de la faire entièrement, sous réserve d'y renvoyer plus tard.

Sauf leur adaptation systématique à la flottaison des matières excrémentitielles, les égouts sont une des plus anciennes installations des villes; Babylone et les villes de l'antique civilisation égyptienne avaient les leurs; la *Cloaca maxima*, bâtie par Tarquin l'Ancien dans la Rome des rois, excite encore l'admiration des visiteurs. Il se pourrait même que quelques-uns des égouts d'alors eussent déjà servi à l'évacuation des immondices de toutes provenances; l'égout gigantesque, construit par Agrippa, gendre d'Auguste, recevait une conduite d'eau puissante qui en faisait peut-être bien un canal de flottaison. De Freycinet a fait remarquer aussi que les procédés modernes pourraient bien n'être qu'un retour vers le passé; rien qu'en France, Montpellier et Nancy, de temps immémorial, n'ont pas de fosses fixes, et envoient intégralement tous les excréments à l'égout. Pour ce qui est de Nancy, à vrai dire, nous savons par expérience personnelle que l'atmosphère de la ville était reconnaissable à un fumet spécial jusqu'à ces dix ou quinze dernières années; la ville manquait de la première partie de la « circulation continue », à savoir l'afflux constant et généreux d'eau dans les égouts. Aujourd'hui cette lacune se comble de jour en jour et Nancy va se trouver au niveau des villes anglaises qui, comme la petite Rugby, ont appliqué radicalement le principe de faire passer par l'égout tout ce qui peut y entrer.

Dans tous les cas, comme aujourd'hui, même dans les cités lentes au progrès, avec ou sans conduite d'eau régulière, possédant des pentes variables, les égouts servaient à faire disparaître au plus vite les *eaux de pluie* qui eussent compromis les habitations, les eaux de lavage des rues avec les impuretés qu'elles entraînent, poussières, boue, excréments des animaux, urines humaines, les *eaux ménagères*, etc. A Pompéi, l'égout portait ces eaux à la mer.

Londres et Paris ont été longtemps sans égouts, autres que des ruisseaux à ciel ouvert, *Fleet-Sewer* et le *ruisseau de Ménilmontant*. Ce n'est qu'en 1859 que la première a régularisé son réseau et construit ses collecteurs. La flottaison des excréments y était obligatoire depuis 1847. C'est depuis une vingtaine d'années que cette méthode se répand sur le continent.

Les systèmes de canalisation des immondices. — Ils sont au nombre de deux. L'un, que l'on appelle le système des *égouts unitaires*, reçoit l'intégralité des immondices, excrétions, eaux ménagères, eaux de rue, etc., dans des canaux d'une seule sorte, qui sont assez grands, puisqu'ils doivent se prêter à l'évacuation de l'eau des pluies et averses, et qui ne sont, souvent, autre chose que les canaux et galeries de vieille date, appropriés aux méthodes modernes. L'autre, qui porte le titre anglais de *Separate-System* et pourrait s'appeler *canalisation à petite section*, prétend faire passer les matières excrémentitielles seules, ou tout au plus accompagnées des eaux ménagères, dans des conduites de calibre modéré, les eaux de rue et les eaux pluviales étant versées à une autre canalisation, les égouts anciens en maçonnerie, ou même s'écoulant extérieurement, à la surface de la chaussée. — Nous pourrions y joindre un troisième système, très ancien et qui a déjà été indiqué, celui qui fait passer les eaux sales et les eaux de rue seulement dans les égouts et garde les excréments à la maison, jusqu'à ce qu'on les transporte en voiture. C'est aussi un *séparateur* et il est détestable.

Nous commencerons par exposer brièvement le système des canaux à petite section, quoiqu'il soit le plus moderne.

Canalisation à petite section. — Le type du *Separate-System* est la réalisation qu'en a faite, à Memphis (Tennessee), le colonel américain Waring, qui, depuis lors, avec l'ingénieur autrichien Pontzen, cherche à propager la méthode en Europe.

Chaque cabinet d'aisance est un *water-closet*. Les matières, précipitées après chaque visite dans un tuyau de chute de 9 centimètres de diamètre, descendent par un tuyau de 10 centimètres et rejoignent des collecteurs de 15 centimètres, qui se raccordent eux-mêmes à d'autres canaux d'un diamètre toujours croissant, mais dans des limites restreintes. Leur pente est de 2 à 5 p. 1,000. Ces canaux sont en poterie vernissée à l'intérieur. La progression des matières, favorisée par cette circonstance, y est assurée par l'addition des eaux ménagères et par l'eau des water-closets (98 p. 100 environ); mais surtout par des *chasses* du système Rogers Field (que nous indiquerons plus loin), placées en tête des canaux. La ventilation se fait à l'aide de regards grillés, le long des conduites, par lesquels entre l'air de la rue, et par les tuyaux de chute prolongés jusqu'au-dessus du toit des maisons, qui servent d'évacuateurs. Les matières sont projetées au Mississipi, par l'intermédiaire de la rivière Wolff.

Ce système, qui est appliqué à Oxford, depuis 1876, par l'ingénieur White, semble s'être répandu en Amérique. On l'essaie partiellement, à Paris, dans des points où la pente des grands égouts est insuffisante. Le tuyau de petite canalisation est accolé à la paroi de la galerie, qu'il suit obliquement de haut en bas, de façon à obtenir l'inclinaison qui lui est nécessaire (rue Vieille-du-Temple, rue des Francs-Bourgeois, etc.). Les villes de Nice (Balestre) et de Cannes (Gruzu) viennent de décider la création d'un réseau de ce type pour leur assainissement respectif. Cette dernière supprime même toute communication des conduites avec l'atmosphère extérieure et les regards ne serviront qu'à surveiller le fonctionnement des canaux; le tuyau de chute seul sera ventilé par un tuyau d'évent.

A Nice et à Cannes, on pratique le *siphon de pied*, au bas du tuyau de chute ou de la conduite de maison. Waring, suivant la coutume américaine, supprime ce siphon de pied, parce qu'il ventile l'égout, et se borne à l'obturation hydraulique sous la cuvette du cabinet.

Ce système a l'avantage d'être peu coûteux, de pouvoir être rapidement installé, ce qui était précieux à Memphis, et de rendre rares les communications entre l'égout et l'air de la ville. Il nous paraît, en revanche, devoir se prêter aisément aux obstructions et aux fractures; par suite, entraîner des nettoyages et des réparations, qui mettront, quoi qu'on fasse, son contenu en rapport avec l'air. Surtout, la compacité des matières qui en sortent ne semble pas les disposer à l'épuration par le sol et il ne reste que la ressource de les jeter aux fleuves ou à la mer, ce qui est absolument médiocre, ou de construire pour elles des fabriques d'engrais, ce qui n'est pas bien supérieur.

Les systèmes Liernur, Berlier, Shone, peuvent, à divers égards, comme on le voit, être placés dans la même catégorie que celui-ci. Liernur, du reste, appelle le sien *différenciateur*. L'intention de Miotat (voy. p. 736) est aussi de faire passer les matières de vidanges et les eaux ménagères,

séparées des eaux de la voie publique, par un petit drain spécial, en poterie vernissée, que l'on établirait sur le radier des galeries actuelles, comme le montre la figure 175. On peut même, selon lui, se borner à recouvrir la *cunette* actuelle des égouts parisiens d'une plaque de grès ou de fonte ;

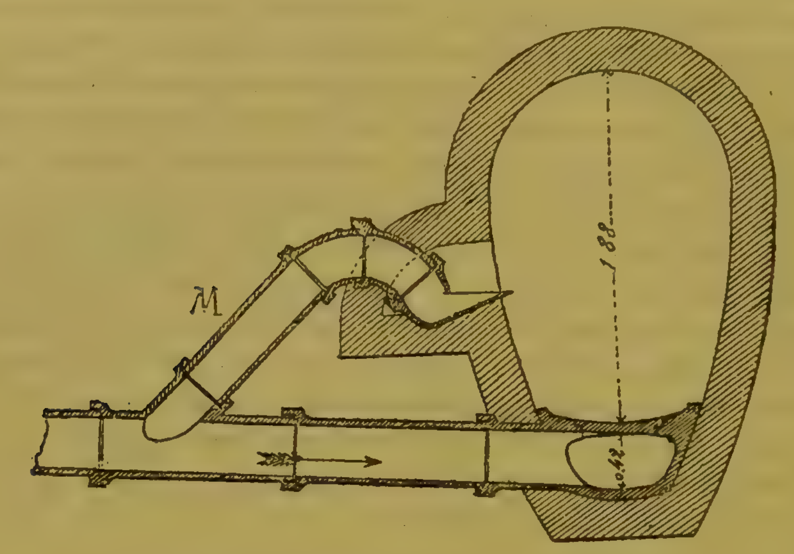


Fig. 175. — *Drain spécial placé sur le radier de l'égout.*

et l'on aura une petite canalisation sous une grande (celle-ci communiquant, au besoin, avec la première par le tuyau de décharge M).

Égouts unitaires. — On les appelle encore *combinés*, parce qu'ils sont ou doivent être aptes à recevoir *tout ce qui peut y passer*.

Construction des égouts. — Le réseau des égouts comprend, en allant du point de départ à la terminaison, les *conduites de maison*, les *branchements particuliers*, les *égouts de rue*, les *galeries principales*, enfin les *collecteurs*. Le plan habituel avait été jusqu'ici de diriger les égouts dans le sens de la pente du terrain, c'est-à-dire vers le cours d'eau qui traverse la ville, parce que c'est là le point le plus déclive et, aussi, surtout, parce que l'on déversait les égouts à la rivière, moyen d'éloignement des immondices qui ne coûtait rien. Depuis, l'on s'est aperçu des graves inconvénients de cette pollution systématique des fleuves et, sans changer la direction des galeries principales existantes, on a *intercepté* leur déversement à la rivière en construisant les collecteurs au bord de celle-ci, parallèlement à son cours, ainsi qu'on le voit pour Paris, dans la figure 176. Londres a trois collecteurs sur la rive gauche de la Tamise, de 11 à 15 kilomètres de longueur, et deux sur la rive droite, de 7 et de 16 kilomètres de parcours. Ils sont continués par les *émissaires*, se rendant aux usines de Barking-Creek et de Crossness-Point, qui projettent les eaux vannes à la mer (voy. plus loin). Bruxelles a également intercepté ses égouts sur la rive de la Senne. Mais Berlin, qui reconstitue entièrement son réseau d'égouts depuis vingt ans, a adopté un principe contraire ; ses canaux vont en divergeant du centre à la périphérie, où se trouvent les réservoirs et les pompes (*Pumpstationen*) qui envoient les eaux vannes aux champs d'épuration. Ce procédé porte le



Fig. 176. — *Système d'égouts de Paris* (*).

(*) A B, grand collecteur de la rive droite; B C D, grand collecteur de la rive gauche; E F G, collecteur départemental; H I, collecteur de la voirie de Bondy.

titre de *Radial-System*. Son application est facilitée par la nullité des pentes du terrain; il a l'avantage de se prêter parfaitement à l'extension de la ville; pour canaliser les nouveaux quartiers, il n'y aura qu'à prolonger les canaux existants.

Les égouts sont faits en *maçonnerie* de pierres ou de briques, en *tuyaux de poterie*, de ciment ou de métal. Les tuyaux de grès ou de poterie, vernissés à l'intérieur, se prêtent bien à représenter les conduites de petit calibre. Cependant, on en fait aujourd'hui qui ont de 1 mètre à $1^{m},50$ de diamètre et sont très solides. Ils se répandent beaucoup et Berlin n'a pas plus de 19 p. 100 de toute sa canalisation en maçonnerie. Il importe de ne pas leur donner une longueur dépassant 1 mètre, quand ils sont assez petits pour qu'un homme ne puisse y entrer, et de les unir par des joints étanches.

Un point capital à atteindre, c'est que la paroi intérieure soit parfaitement lisse et dure.

Les tuyaux de métal, fer ou plomb, de même que ceux de poterie, conviennent pour les tuyaux de chute et les conduites de maison. Celles-ci, à Paris, sont presque toujours en maçonnerie, comme l'égout lui-même.

On recherche l'*étanchéité* absolue des égouts ; mais, lors même qu'elle ne serait pas atteinte du premier coup, elle ne tarde pas à se produire, précisément par le fonctionnement des canaux, qui tapisse de vase leurs parois et, d'ailleurs, fait appel en dedans plus qu'il ne refoule au dehors. La plaisanterie, par laquelle on a comparé ironiquement les égouts à une souricière (*Mausfalleigenschaft*), n'est pas très éloignée de la vérité.

Un phénomène physique, reconnu par Wibel, donne l'explication de ce paradoxe: quand deux liquides sont séparés par une membrane, si l'un des deux est en mouvement, la diffusion de sa part est entravée ou même annulée.

Les canaux construits en briques et ciment, comme on les faisait au début et qui n'étaient pas d'abord absolument étanches, le deviennent à la suite des années, ainsi qu'il résulte des recherches de Wolffhügel sur les égouts de Munich. En 1862, les égouts, construits depuis 1868 en briques cuites et mortier hydraulique avec la forme ovoïde, furent l'objet d'une première expertise qui démontra leur défaut d'étanchéité; en plusieurs points, la filtration des liquides hors des canaux fut mise hors de doute, ainsi que l'imprégnation, faible à la vérité, du sol sur lequel reposent les égouts. Or, six ans après, à une nouvelle épreuve, ni les anciens ni les nouveaux canaux ne laissèrent voir de transsudation de leur contenu; l'état d'humectation de la maçonnerie correspondait exactement au degré d'humidité du sol environnant et à l'éloignement du niveau de la nappe souterraine, autrefois élevé. De huit points qui furent examinés, un seul se fit remarquer par l'odeur de vase dans le sol environnant (Sander). L'analyse chimique donna les résultats ci-dessous:

	Matières organiques solubles. (Perte par la chaleur rouge.)	Azote de la vase insoluble.			
1868. Sol de l'égout.....	88	341	gram.	par m. cube	de terre.
1874. —	77	90	—	—	—
1874. Sol normal........	52	14	—	—	—

D'ailleurs, les canaux construits dans ces dernières années, et dont le radier est

en clinquart imperméable, se sont montrés d'une étanchéité bien supérieure. Un mètre cube de la terre environnante renfermait :

	Matières organiques solubles.	Chlore.	Acide nitrique.	Azote de la vase insoluble.
Vieux canaux.........	96	28	29	73
Canaux récents.......	90	15	10	40
Sol normal........	118	10	12	14

Le professeur Fodor avait monté, à l'Exposition d'hygiène de Berlin (1883), une expérience très élégante montrant que la brique poreuse, traversée au début par l'eau d'égout, ne tarde pas s'obstruer et à retenir entièrement toute cette eau.

Les canaux d'égout sont à *section* circulaire ou ovoïde, ou encore, selon l'ancien type des égouts de Paris, ils ont un radier presque horizontal surmonté de deux pieds droits verticaux à l'intérieur, le tout couvert par une voûte en plein cintre extradossée d'égale épaisseur. A Lille, il y a même des types avec voûte aplatie et radier légèrement concave. J. Dupuit (1854) fit remarquer qu'il est inutile de pratiquer le plein cintre pour la solidité

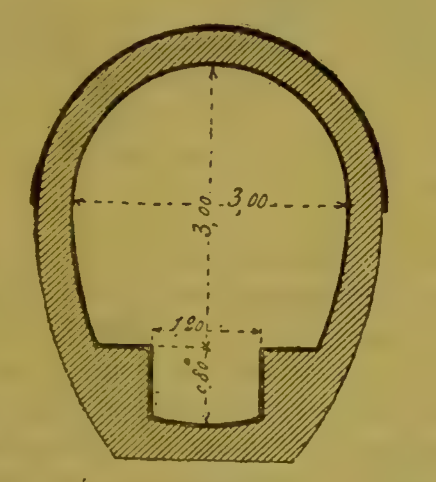


Fig. 177. — *Égout à cunette* (type n° 5. Paris).

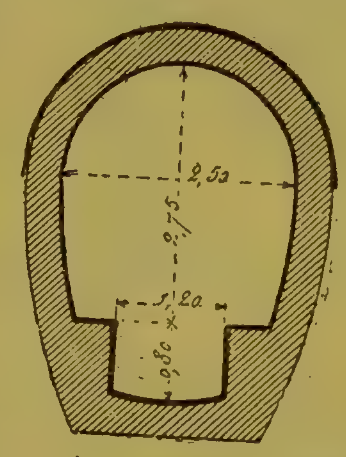


Fig. 178. — *Égout à cunette* (type n° 6 *bis*).

des égouts, puisque la poussée des terres suffit à maintenir la maçonnerie de ces canaux. Il conseilla « la forme générale d'un œuf debout sur sa pointe déprimée. » C'est peut-être cette condition de la « pointe déprimée » qui a fait construire pendant si longtemps des canaux *à cunette*, comme ceux des types n°s 1 à 9, de Paris (fig. 177 et 178), c'est-à-dire dans lesquels le radier, à peine excavé, se relève latéralement, à peu près à angle droit, de manière à ménager, au fond de la galerie, un canal rétréci, profond de 40 centimètres à 1 mètre. Le radier plat, et la banquette qui borde la cunette de chaque côté, sont évidemment très favorables à la circulation des ouvriers dans l'égout. A notre époque, on préfère assurer la circulation des matières, faire l'égout plus petit, retarder les nettoyages et y introduire des instruments plutôt que des hommes. Aussi fait-on le radier en courbe raide, « un demi-cylindre dont le rayon est le quart de la hauteur de l'égout », ou même moins. Cette disposition favorise éminemment la poussée des liquides sur les matières qui passent dans l'égout (Wazon).

Les nouveaux égouts de Londres, Bruxelles, Berlin, Danzig, Francfort-sur-Mein, sont à coupe ovoïde. Le rapport de la hauteur à la largeur est comme 3 à 2.

Dans les figures 179 à 181, on voit la coupe des égouts de Berlin, des types à 2 mètres et à 1 mètre de hauteur, ainsi que celle d'un des *déversoirs de nécessité* dont nous parlerons. On remarquera, dans les deux premières, l'indication du sommier en maçonnerie (*Block*) sur lequel on établit le radier.

Les *dimensions* des égouts varient selon le volume des eaux qu'ils doivent recevoir, et

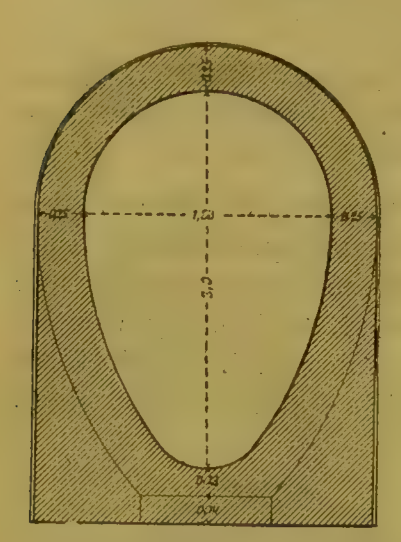


Fig. 179. — *Profil de l'égout ovoïde de 2 mètres de hauteur* (Berlin).

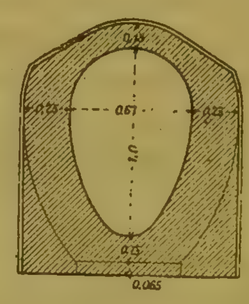


Fig. 180. — *Égout ovoïde de* 1 *mètre de hauteur.*

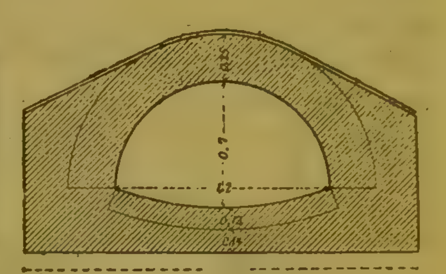


Fig. 181. — *Déversoir de nécessité* (Berlin).

surtout de la quantité des pluies, dont 70 p. 100 doivent passer par leur canal. A Paris, le grand collecteur d'Asnières est haut de $4^m,40$, large de $5^m,50$, avec deux trottoirs latéraux d'une largeur de $0^m,90$. Ce type porte le n° 1. Il y a douze autres numéros dont les dimensions vont en décroissant; à partir du n° 4, la hauteur l'emporte sur la largeur. Les branchements particuliers ont $0^m,80$ de hauteur à l'origine et $1^m,80$ en bas, sur $0^m,85$ de largeur. Les égouts de Londres ont également de grandes dimensions; ceux de Bruxelles et de Berlin ne dépassent pas 2 mètres de hauteur. Les petites conduites cylindriques de poterie ont de $0^m,21$ à $0^m,63$ de diamètre.

Une certaine *pente* est nécessaire aux égouts pour y assurer le cheminement des matières. La vitesse doit y être de 60 à 75 centimètres à la seconde, dans ceux qui ont plus de 1 mètre de diamètre; 1 mètre dans ceux qui ont de $0^m,50$ à 1 mètre; $1^m,15$ dans ceux qui ont de $0^m,15$ à $0^m,50$ (Bürkli). En fait, on donne une inclinaison de $0^m,30$ à $0^m,50$ pour 1,000 mètres aux grands collecteurs de Londres, Paris et Bruxelles, et l'on augmente la raideur de la pente à mesure que le calibre du canal se rétrécit, depuis 1 p. 1,000 jusqu'à 1 p. 50. Les tuyaux en poterie de Berlin ont 1 sur 50, 1 sur 35 ou 33. Les *branchements particuliers* doivent toujours se rapprocher de cette inclinaison.

Il va sans dire que la pente doit être uniforme, sauf les modifications que comporte le calibre des canaux.

Les égouts doivent être plongés à une certaine profondeur dans le sol,

pour les mettre à l'abri de la gelée, de la trépidation due aux voitures, et pour leur permettre de drainer la nappe souterraine (voy. page 513). Il y en a quelquefois deux pour les rues très larges.

Bouches d'égout. — Ce sont les orifices destinés à introduire dans l'égout les eaux de rue. A Paris, une ouverture libre, creusée en encorbellement dans une pierre de granite formant bordure de trottoir, correspond à une sorte de cheminée verticale qui s'appuie sur un plan incliné raccordé avec le radier de l'égout. Cette excessive liberté des premières voies ne contribue pas peu à la formation des dépôts qui entravent le fonctionnement des égouts et nécessitent des ouvrages laborieux et coûteux. Les Anglais ont imaginé, pour parer à cet inconvénient, les *gullies*, qu'on a adoptées à Francfort (*Sinkkasten*) et à Berlin (*Schlammsammler*). Ce sont des puisards, dont la figure 182 donnera aisément une idée. La bouche est protégée par une grille mobile autour d'un axe, posée dans le ruisseau à $0^m,18$ en contre-bas du trottoir. Le puisard est en maçonnerie de $2^m,05$ de profondeur sur $0^m,65$ de large et couronnement de $0^m,23$ de hauteur. Les eaux s'en échappent par un tuyau de $0^m,16$ de diamètre, dont l'orifice, situé à 1 mètre du fond du puisard, est muni d'une plaque métallique verticale, qui laisse entre elle et l'orifice du branchement un intervalle de $0^m,06$. Cette plaque peut être relevée à l'aide d'un crochet. Elle rétrécit l'orifice d'entrée dans le branchement et le tourne en bas, de telle sorte que, quand le sable s'est accumulé dans le puisard jusqu'à la hauteur de cet orifice, il l'obture bientôt complètement, l'eau ne passe plus, monte et reflue dans le ruisseau de rue. Ce qui est un avertissement aux ouvriers qu'il faut vider le puisard. On fait cette opération à la main.

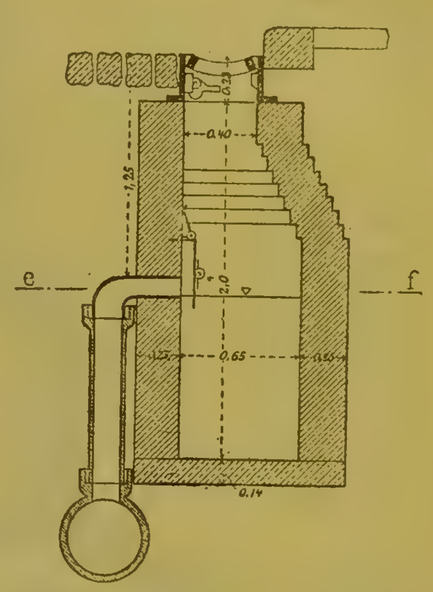


Fig. 182. — *Puisard pratiqué sous une bouche d'égout* (Berlin).

Dans certaines villes, le puisard renferme une caisse en métal, que l'on extrait et que l'on vide dans un tombereau. On espace les gullies de 60 à 100 mètres.

La *Commission d'assainissement* de Paris (1883) a demandé qu'il soit installé 2,000 réservoirs mobiles sous les bouches d'égout de la métropole, en vue de diminuer la masse des 80,000 mètres cubes de sable qu'il faut extraire, tous les ans, de ces canaux.

Lavage et nettoyage des égouts. — On surveille l'état des égouts par des *regards* et des *trous-d'hommes*, placés sur le trottoir, d'où ils rejoignent l'égout par un canal moitié vertical moitié oblique, ou bien au milieu de la chaussée, d'où ils plongent directement dans l'égout. Ce dernier mode, adopté à Berlin, Danzig, Breslau, est préférable. Les regards sont obturés par un tampon.

Les égouts bien faits et dans lesquels circule une quantité normale d'eau se lavent eux-mêmes. Aussi Berlin n'a-t-il qu'une douzaine d'égoutiers, tandis que Paris en a un régiment (1,200 environ). Le lavage spontané des égouts se fait avec l'eau des éviers, des baignoires, des laveries et buanderies, l'eau des water-closets, les eaux industrielles, les eaux de lavage des rues et des urinoirs publics, les eaux pluviales. Le lavage voulu s'exécute au moyen de *chasses*.

On obtient des chasses à l'aide de réservoirs en amont des canaux, dont on lève les vannes, à un moment donné ; de vannes ou « portes de

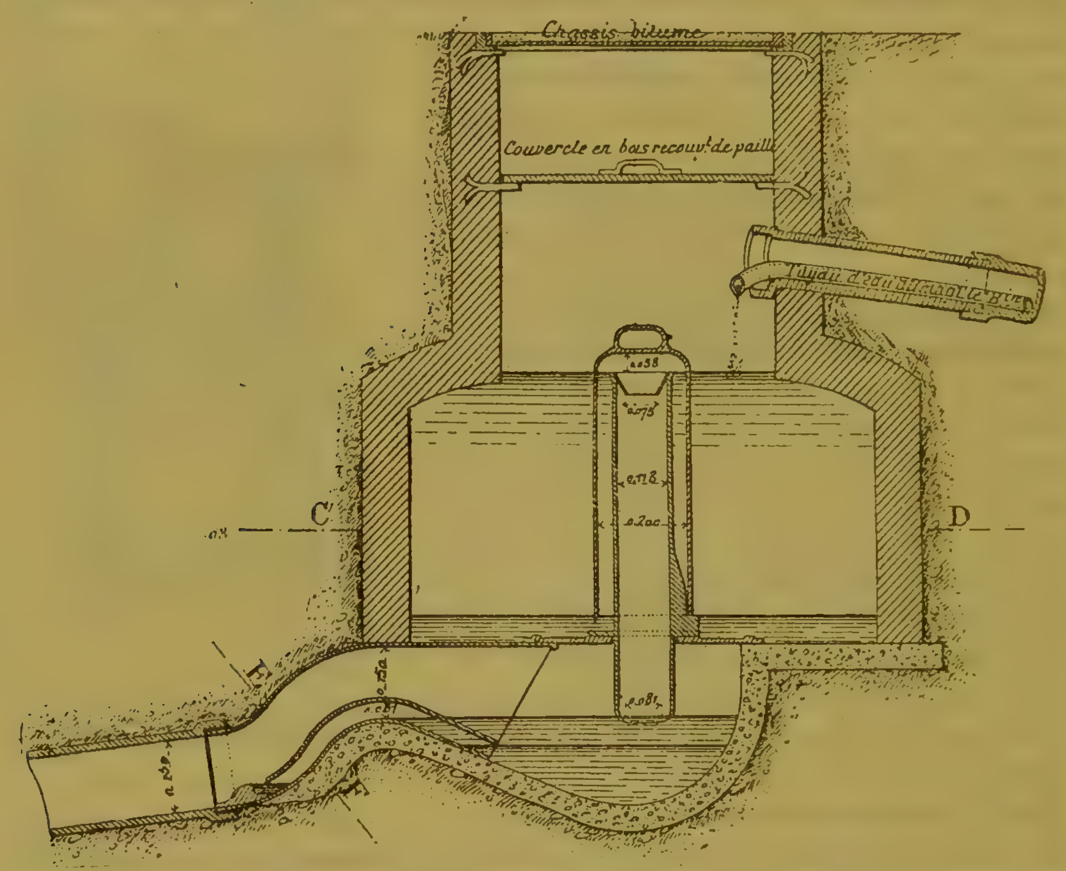


Fig. 183. — *Bassin de chasse automatique* (système Field-Waring).

retenue » qui barrent l'égout pendant un temps et précipitent une masse d'eau en aval, quand on les ouvre ; à Paris, on les obtient par le jeu des wagons-vannes et des bateaux-vannes, qui portent à l'avant un panneau mobile, laissant quelque intervalle entre ses bords et les parois de l'égout, y compris le radier ; l'eau s'accumule en arrière, passe avec force sur les côtés du panneau-vanne et chasse les sables en aval.

Enfin, on installe, en des points convenables, des *réservoirs de chasse automatique*, du système Rogers Field plus ou moins modifié. La figure 183 représente un de ces appareils appliqué à la canalisation Waring et d'une capacité de 480 litres. Durand-Claye en a établi qui contiennent 10 mètres cubes. Le fonctionnement de ces chasses est des plus simples. Un tube central, traversant le fond du bassin et s'élevant jusqu'à une certaine

hauteur, est recouvert d'une cloche dont la base ne s'applique qu'incomplètement sur la paroi du fond. Un tuyau d'eau de la distribution municipale (à droite de la figure) alimente incessamment le bassin. Lorsque l'eau s'est élevée jusqu'à l'orifice supérieur du tube central, celui-ci devient par rapport à la cloche la longue branche d'un siphon ; il s'amorce tout seul et le bassin se vide d'un seul coup dans le canal qui passe au-dessous de lui. Ce mécanisme a été le point de départ de tous les appareils de chasse, automatique ou à tirage, qui se construisent aujourd'hui. En réglant convenablement l'écoulement de l'eau par le tuyau afférent, on a une chasse deux fois, quatre fois, etc., en 24 heures, produite avec de l'eau pure ou tout au moins propre.

En dehors des lavages (*by flushing*), il est nécessaire que le curage des égouts avec le rabot, la brosse, le râteau de fer (*by scrubbing*) intervienne de temps à autre. A Paris, les siphons sous le pont de l'Alma se curent automatiquement avec une sphère-vanne qui, roulant contre la génératrice supérieure des tubes, oblige l'eau à passer sous elle avec violence et à chasser les dépôts en avant.

Déversoirs de trop-plein. — On ne fait plus, aujourd'hui, les égouts assez grands pour recevoir d'un seul coup toute l'eau des averses les plus abondantes. On préfère leur donner des dimensions limitées et pratiquer des canaux de dérivation, « déversoirs de nécessité » (*Nothauslässen*), qui rejettent aux rivières le produit des crues énormes et subites des eaux vannes. Cela n'a pas grand inconvénient pour la rivière, puisqu'elle est déjà trouble par le fait de l'averse et que l'eau d'égout, par la même raison, se trouve diluée à un degré extrême; Bruxelles, Berlin, Hambourg, Francfort, Londres, ont adopté largement cette pratique.

L'eau des pluies ne fournissant qu'un lavage intermittent, il est clair que l'utilisation des égouts pour l'éloignement des immondices emporte un approvisionnement d'eau généreux. C'est ainsi que Ward, Edwin Chadwick, ont compris la « circulation continue » et que les hygiénistes modernes la poursuivent. S'il y a stagnation des matières excrémentitielles dans l'égout, ce n'est plus qu'une fosse fixe très allongée.

Ventilation des égouts. — Les succès médiocres des systèmes pneumatiques et les explications que nous en avons données nous empêchent de croire que l'on puisse jamais appliquer à une grande ville la « vidange par canalisation étanche, qui aurait pour effet de supprimer toute communication entre les matières excrémentitielles, d'une part, et l'air et les terrains environnants d'autre part. » Ce rêve de la *Commission d'assainissement* de Paris de 1880, entraînerait même de sérieux dangers, s'il se réalisait jamais. Dans ces conditions, nous pensons que ce qu'il y a de mieux, c'est de faire tourner à la ventilation des égouts les communications qu'ils ont fatalement avec l'air extérieur.

Le plus communément, les égouts se ventilent par les bouches et par les regards, à la condition que le tampon de ces derniers soit grillé ou entouré d'une grille. C'est ce qui existe à Berlin, où les égouts ne peuvent se ventiler par les tuyaux de chute des water-closets ni par les tuyaux d'eau

pluviale, parce que les uns et les autres sont siphonnés au pied, de même d'ailleurs que les branchements particuliers. Rawlinson avait conseillé une grille à charbon à l'orifice du regard d'égout, pour filtrer l'air. Ce dispositif a surtout pour effet d'empêcher le passage de l'air; on en a posé à Danzig et à Francfort, mais l'on a soin de ne pas s'en servir, non plus que l'on ne se sert ailleurs de la cuvette à bascule Millerat, qui obture les bouches d'égout, quand elle fonctionne. Dans ces deux dernières villes, ainsi qu'à Londres, on a élevé, au point culminant du réseau, des *tours de ventilation*, ou hautes cheminées d'appel dans lesquelles on entretient un feu de charbon. L'ingénieur Lindley (Francfort) leur attribue une efficacité qui a été contestée, les gaz d'égout descendant souvent plutôt qu'ils ne montent.

En 1854, il avait été prescrit, à Paris, de ménager des cheminées d'aération des égouts dans les murs de séparation des habitations. Ces cheminées, raccordées au branchement particulier, montaient jusqu'au toit. Or, elles ne ventilent pas, si l'on n'y maintient un bec de gaz allumé (Belgrand, Wazon). En Angleterre, on sépare absolument l'égout de tous les tuyaux et conduites venant de la maison, par les obturateurs hydrauliques (*disconnecting traps*). Mais alors, on installe tout exprès (Rawlinson, Philbrick) des tuyaux d'extraction ou des colonnes ventilatrices chauffées au gaz, qui montent le long de la façade des maisons ou servent d'ornementation aux places publiques. Le tuyau de chute des eaux de pluie peut encore servir à la ventilation des égouts, en le prolongeant suffisamment en haut pour que son orifice supérieur ne s'ouvre pas au bord de la fenêtre d'une mansarde, comme L. Le Fort l'a reproché à quelques-unes de ces conduites.

Le système américain (Bayles, J. Adams), appliqué à Brooklyn, consiste à *faire respirer l'égout* à travers le principal tuyau de chute de la maison; pour le réaliser, on se borne aux siphons sous la cuvette des water-closets et sous la bonde de l'évier, et l'on supprime la disconnection par le *siphon de pied*. Il est très rationnel, d'ailleurs, comme nous le verrons, d'établir un tuyau de chute unique, s'élevant du branchement particulier jusque par-dessus le toit, raccordé par de courts tuyaux latéraux aux cabinets de chaque étage et servant à la ventilation des siphons obturateurs de chaque cuvette. On aiderait (Wazon) avantageusement à la ventilation de l'égout en faisant passer l'air d'entrée par un tuyau partant d'une fente pratiquée au bord supérieur du trottoir. A Bruxelles, on n'empêche pas la communication de l'air de l'égout avec celui de la rue. Les bouches d'égout, sauf 300 sur 4,100, sont munies de *coupe-air;* mais les plaques de regard sont percées de trous. On ne se plaint pas de cette diffusion de l'air des égouts.

D'ailleurs, les tuyaux de chute des latrines ne sont prolongés en bas jusqu'à l'égout que dans les villes qui pratiquent le tout à l'égout. Il fut un temps où, à Lille, le Conseil de salubrité interdisait l'entrée des égouts aux eaux ménagères. Aujourd'hui, la conduite de ces eaux plonge dans le branchement sur l'égout, quand la rue en a un. Le tuyau de chute de l'eau pluviale est dans le même cas.

Branchement particulier. — A Paris, c'est un égout en pente assez raide,

mais en maçonnerie, comme les autres. A Berlin, Francfort, etc., c'est la continuation, de la maison à l'égout de rue, du *drain principal de la maison*, lequel est en poterie ou en fonte, vernissé intérieurement. Wazon conseille de même, pour Paris, de prolonger le drain de maison, en poterie vernissée, dans le trop large branchement actuel, jusqu'à l'égout public, et c'est ce qu'a adopté le préfet de la Seine (10 novembre 1886), après avis conforme de la Commission d'assainissement.

Conduites de maison. — Elles font suite aux tuyaux de chute, suivant divers principes. Tantôt, comme Wiebe l'a réalisé à Kœnigsberg, les conduites spéciales se rendent toutes, du pied des tuyaux de chute, dans un

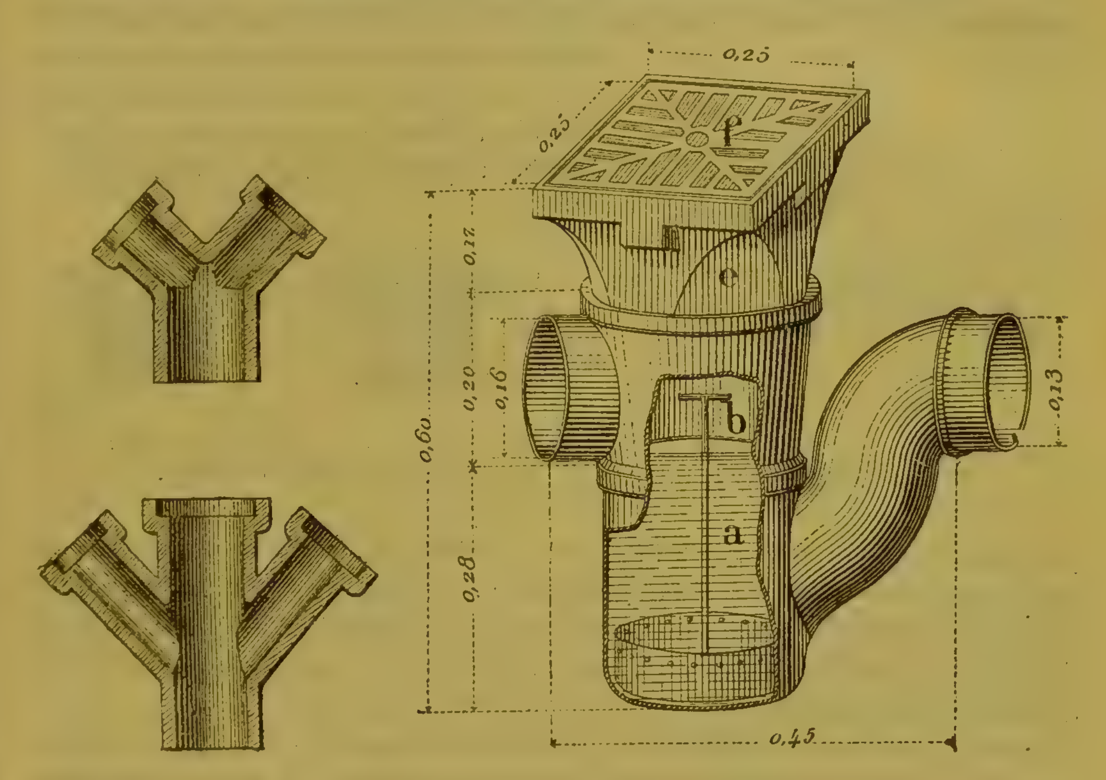


Fig. 184. — *Jonctions doubles en grès* (de Jeanménil et Rambervillers).

Fig. 185. — *Siphon de cour*, *avec grille mobile et panier ramasse-boue* (Geneste et Herscher).

puisard de cour (*Hofgully*), d'où part le drain principal. Tantôt, ces conduites se réunissent directement au drain de maison, par des jonctions simples ou doubles (fig. 184), de façon à rencontrer le premier sous des angles très aigus. Les *joints* doivent, naturellement, être étanches.

La figure 185 représente un véritable *puisard de cour*, qu'il convient d'installer, lors même que le tuyau de cour n'est que tributaire du drain principal.

Il est inutile de multiplier, dans ces conduites, les siphons obturateurs (*Housedraintraps*), qui se remplissent de graisse, de cheveux, et sont une cause d'obstructions. On place seulement un siphon un peu au-dessus de l'arrivée de la conduite principale dans le branchement ou dans l'égout de rue. Mais il est essentiel de ménager, de distance en distance, des *re-*

gards de visite, en amont de l'inflexion siphoïde et obturés par des tampons hermétiques (fig. 186).

Tous ces tuyaux et siphons en grès vernissé à l'intérieur, que la maison anglaise Doulton a eu le mérite d'introduire en France, sont aujourd'hui fabriqués couramment par nos compatriotes (usines de Jeanménil et Rambervillers, de Pouilly-sur-Saône) et remplissent les conditions d'étanchéité et de glissement à un point qui ne laisse rien à désirer.

On s'est longtemps servi, à Paris, à titre d'obturateur, d'une cuvette hydraulique, dite *gueule-de-cochon*, de même qu'à Bruxelles les conduites de maison se déversaient dans un chaudron incliné ou dans une pierre de taille cubique creusée en forme de cuvette et munie, sur une de ses parois latérales, d'une ouverture oblique dont l'arête supérieure forme diaphragme plongeant ou coupe-air. Cet appareil primitif (fig. 187) se nomme *sterf-put* (puits mort). Ces engins empêchent assez mal le reflux des gaz dans la maison, mais ils procurent sûrement la malpropreté et la fétidité de l'égout. On peut les améliorer. Mais, somme toute, on se déshabitue des disconnecteurs de pied et l'on a probablement raison.

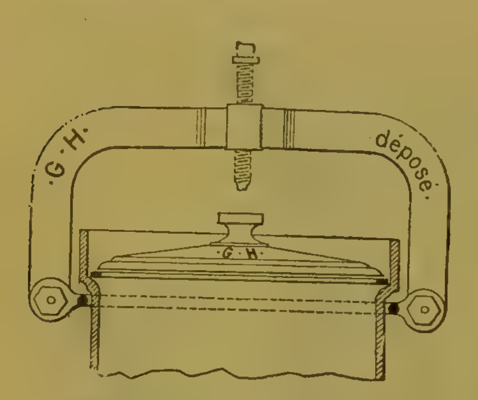


Fig. 186. — *Tampon avec étrier* (Geneste-Herscher).

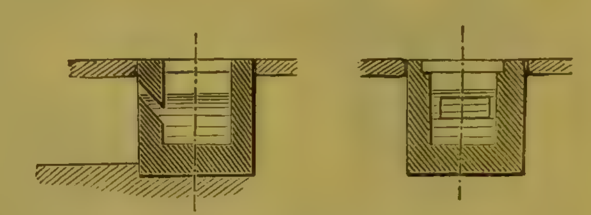


Fig. 187. — *Sterfput de Bruxelles avec immersion de* $0^{m},01$.

Les tuyaux de chute des éviers, des baignoires, des cabinets de toilette doivent aussi être prolongés sur le toit, ou plutôt, un seul tuyau suffit sur lequel s'abouchent les courts tuyaux de décharge des eaux sales, disconnectés par un siphon qui se ventile sur le tuyau commun.

Les tuyaux de chute des pluies de la façade antérieure peuvent aller tout droit à l'égout ou au branchement particulier; ceux de la cour et de la façade postérieure se rendent dans le drain de maison. Tous doivent rencontrer le drain principal sous un angle aigu.

Nature des immondices qu'on peut admettre a l'égout. — Après les rudes épreuves auxquelles le choléra avait, à plusieurs reprises, soumis les grandes villes d'Angleterre, les hygiénistes du pays, avec la ténacité particulière à cette nation, dénoncèrent spécialement comme un terrain disposé à recevoir toutes les épidémies la souillure du sol et de l'air par les immondices et notamment l'infection fécale des habitations. De ce grand mouvement provoqué dans l'opinion publique résulta l'adoption, par les autorités sanitaires (*general Board of health; metropolitan Board of health; local government Board*), de ce principe : « Les égouts doivent recevoir tout

ce qui est susceptible d'être entraîné par les eaux. » Les matières fécales étaient évidemment dans ce cas, étant établi qu'il serait fourni à chaque maison une abondante provision d'eau et que, désormais, l'eau allait devenir l'agent de la *circulation continue* entre le sol et le monde vivant. On n'admit pas de moyen terme et l'on fut logique jusqu'au bout; les matières fécales, liquides ou solides, ne doivent pas séjourner un seul instant dans la maison ; tous les cabinets d'aisances deviendront des water-closets et un flot d'eau entraînera le produit de l'exonération intestinale et vésicale, aussitôt que ce produit aura quitté le corps des humains ; on ne le tolérera même pas, en tout ou en partie, à faible distance, et le courant secondaire qui l'aura enlevé de la maison le portera sans désemparer à un fleuve souterrain qui l'éloignera de la ville, comme le premier l'a éloigné de la maison.

Tel a été le principe que les Anglais, depuis 1850, se sont mis à appliquer avec une persévérance qui a entraîné les nations du continent. Quelques-unes font même mieux que les Anglais, parce qu'elles profitent de l'expérience de leurs devanciers. En Allemagne, spécialement, on a poussé à un haut degré l'art de construire les égouts et la pratique de l'épuration agricole des eaux vannes. En France, les études ne datent pas d'hier; elles sont plus complètes, peut-être, qu'ailleurs, et les expériences instituées à Paris ont servi de guide aux étrangers. Malheureusement, des résistances plus ou moins conscientes ont retardé jusqu'à présent les réalisations décisives.

Pour reprendre les arguments qui plaident en faveur du *tout à l'égout*, nous devrions d'abord rappeler ce que nous avons dit de la haute malpropreté des *fosses fixes* et leur condamnation unanime, au moins en principe, par tous les hygiénistes; puis, l'impossibilité d'étendre à toute une grande ville la méthode des *fosses mobiles*. Nous retrouverons plus loin (DESTINATION FINALE DES IMMONDICES), d'autres raisons d'abandonner ces procédés, dans l'embarras que cause le collectionnement secondaire de leurs produits. Pour le moment, il convient d'examiner directement l'influence sanitaire des égouts : 1° au point de vue de leur contenu ; 2° au point de vue des faits observés.

4° **Eaux et atmosphère des égouts.** — Le contenu des égouts ne se ressemble pas, du système de petite canalisation à celui des égouts *combinés*, c'est-à-dire complets. C'est surtout de ces derniers qu'il sera question.

a. *Eaux d'égout.* — Elles diffèrent également d'une section à l'autre du réseau, selon les habitudes de la population, la présence ou l'absence et la nature des industries.

Ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'elles ne soient pas, *chimiquement*, beaucoup plus sales dans les villes qui pratiquent le tout à l'égout que dans les villes à fosses fixes, ainsi que l'on peut en juger d'après la comparaison ci-dessous, faite par Fried. Sander, entre quinze villes anglaises à fosses fixes et 16 à water-closets; Paris, qui n'admettait pas alors *officiellement* les solides dans les canaux ; Zurich, où 21,000 habitants avaient des tinettes filtrant à l'égout et 29,000 n'y déversant que les eaux ménagères; enfin Munich, où le *Schwemmsystem* est encore peu répandu :

EAUX D'ÉGOUT.	MATIÈRES FIXES (DISSOUTES).							MATIÈRES EN SUSPENSION.			
	Total.	Carbone organique.	Azote organique.	Azote nitrique.	Azote ammoniacal.	Azote total.	Chlore.	Inorganiques.	Organiques.	Total.	
Villes anglaises à fosses fixes..	824	41,8	19,7	0	54,4	64,15	115,4	178,1	213,0	391,1	Milligrammes par litre.
— — à water-closets.	722	46,9	22,0	0,03	67,0	77,2	106,6	241,8	205,1	446,9	
Paris	980	?	?	?	?	21	?	1321	498	1819	
Grand-Zurich	485	?	?	122,0	11,2	133	25	45,6	103,4	149	
Petit-Zurich	822	?	?	72,8	9,8	82	13	9,3	90,9	100,2	
Munich	550	?	?	?	?	?	?	40	80	120	

On se rappelle que 1,254 grammes de l'urine d'un ouvrier robuste renferment 65 grammes de matières fixes, tandis que les 131 grammes que représente sa défécation journalière n'en contiennent que 33 grammes (Voit); la moyenne d'azote de l'urine et des selles, pour la population dans son ensemble, étant de 11gr,50, d'après Wolf et Lehmann, cet apport ne constitue que la proportion de 57 milligrammes d'azote par litre, si l'on suppose qu'il sort de chaque maison 200 litres par habitant et par jour. Nous savons que Paris est destiné à recevoir plus de 250 litres d'eau par jour et par personne; en admettant une perte de 25 à 30 p. 100 par évaporation ou par infiltration dans le sol, la proportion sera bien celle indiquée. Or, en 1875, Vauthier comptait une proportion de 43 grammes d'azote par mètre cube dans les eaux que la plaine de Gennevilliers était chargée d'épurer. Le travail sera-t-il vraiment plus compliqué par une richesse en azote plus élevée d'un tiers? Et surtout l'infection des eaux d'égout en sera-t-elle sensiblement aggravée?

En 1883, la *Commission technique* évaluait la proportion d'azote des eaux d'égout de Paris à 51 grammes par mètre cube. Schlœsing et Durand-Claye, en 1878, comparant cette proportion avec celle des eaux-vannes de Londres, estimée par Frankland à 80 grammes, la fixaient à 45 grammes. Dans l'ensemble, les matières étrangères, qui sont aux environs de 1,300 grammes par mètre cube dans l'eau de Londres, approchaient de 3,000 dans les collecteurs de Paris, à cause du macadam, qui envoyait énormément de sable dans les égouts. Aujourd'hui, ces dépôts diminuent, avec l'extension du pavage en bois.

A Londres, le volume moyen des eaux rejetées à la Tamise par les usines de Barking et de Crossness est de plus de 600,000 mètres cubes par jour; à Paris, Bourneville l'estime, pour les trois collecteurs, à 379,000 mètres cubes, avec une proportion de 41 grammes d'azote par mètre cube. Or, au 1er septembre 1886, on comptait 32,353 tinettes-filtres et 316 chutes directes (École militaire, Invalides, Monnaie, chalets de nécessité, quelques maisons particulières); en tout 13,700 maisons et 616,000 habitants déversant leurs excrétions à l'égout. Si les 1,500,000 autres habitants de Paris projetaient aussi tout l'azote de leurs excrétions dans le cube d'eau actuel (en supposant même qu'il n'y en ait pas déjà une part), cela doublerait à peine la proportion d'azote indiquée plus haut. Et si Paris recevait les 520,000 mètres cubes d'eau que les projets lui promettent, la souillure actuelle, dit Em. Trélat, n'augmenterait que de 20 à 30 p. 1,000.

En réalité, l'eau des égouts d'où l'on exclut les matières fécales a reçu avec les eaux de rue une bonne part des excréments abandonnés par les animaux sur la chaussée, ou par des hommes clandestinement ; l'urine des urinoirs publics, réguliers ou irréguliers; des eaux domestiques qui ont servi souvent à laver des linges d'enfants, souillés de matières intestinales, parfois des linges d'adultes dans le même cas; des eaux de *vidoirs*, dans lesquels il n'est pas rare, comme à Lille, que l'on verse les vases de nuit emplis de matières fécales. Ne sait-on pas aussi que les vidangeurs des fosses fixes, payés au mètre cube *extrait* et non au volume apporté à l'usine, laissent couler, de temps à autre, le contenu de leurs tonneaux dans la plus prochaine bouche d'égout; pratique détestable, qui cause dans les canaux des dépôts putrides imprévus et des foyers d'émanations gazeuses, très redoutables pour les égoutiers. On a attribué (Vallin) à une circonstance de ce genre la mort de quatre ouvriers dans l'égout du boulevard Rochechouart, en 1880.

Tout l'azote des urines et des matières fécales des 200,000 habitants de Lille, dilué dans les 133,000 mètres cubes d'eau qui en sortent chaque jour, représenterait environ 20 grammes par mètre cube. Or, le chimiste Ladureau a constaté 19^{gr},17 d'azote par mètre cube dans l'eau de la Basse-Deule, l'égout collecteur de cette ville à fosses fixes. Il est vrai que l'Espierre, à Roubaix, non moins attachée aux fosses fixes, en renferme 71 grammes.

Les eaux d'égout s'éloignent de la cité que drainent ces canaux; nous aurons à nous en occuper à leur point d'arrivée. Mais sont-elles de nature à semer quelques dangers sur leur passage?

Ce ne sera point par les *émanations*. D'abord parce que ces émanations, en dehors des canaux eux-mêmes, sont assez diluées pour être inoffensives ; puis parce que ce ne sont que des gaz, capables d'intoxiquer à un degré plus ou moins profond, mais non d'engendrer une maladie véritable ; enfin, parce que, dans des égouts bien lavés et ventilés, où les liquides *circulent*, il y a des *oxydations* incessantes et non des *réductions*, ainsi que l'a constaté Würtz, ou, s'il y a des réductions, les *sulfures* (hydrogène sulfuré spécialement) qui en résultent sont immédiatement oxydés par l'air.

On ne boit pas ces eaux; mais il se pourrait qu'on les bût diluées, après leur chute à une rivière. Nous pensons que c'est une extrémité des plus fâcheuses. Cependant, R. Emmerich a bu, pendant quinze jours, d'un demi-litre à un litre d'une dissolution d'eau d'égout à 1 p. 100,000, sans en être incommodé. Il estime que la dose pourrait même être poussée à 1 sur 20,000 sans inconvénient.

Les eaux d'égout renferment des bactéries par millions (Voy. p. 187); c'était certain d'avance. Mais le point capital est de savoir si les bactéries pathogènes, qui ont quelques raisons de s'y rencontrer, y trouvent le véritable milieu de leur culture spontanée. Nous avons vu que les chances sont plutôt pour le contraire. Mais encore, les bactéries pathogènes de l'eau d'égout, peu torrentueuse, n'ont pas l'occasion de s'en échapper et de se répandre dans l'air libre.

Eau du collecteur de la caserne de la Pépinière (Wurtz, 1880).

	EAU TROUBLE.	EAU CLARIFIÉE PAR UN REPOS de plusieurs jours.	EAU CONSERVÉE PENDANT DEUX MOIS en vase clos et décantée.
	Grammes.	Grammes.	Grammes.
Résidu solide (séché à 150°)........	3,638	1,186	0,992
Perte au feu........................	1,187	0,476	0,369
	Matériaux dissous.		Matériaux dissous.
Acide sulfurique....................	0,498	»	0,198
Acide phosphorique................	0,0051	»	»
Chlore..............................	0,0915	»	»
Acide silicique.....................	0,047	»	»
Chaux...............................	0,3881	»	0,197
Magnésie............................	0,0378	»	»
Alumine et oxyde de fer...........	0,017	»	»
Potasse.............................	0,055	»	»
Soude...............................	0,028	»	»
Hydrogène sulfuré..................	traces.	»	0,0595
Ammoniaque.........................	0,0391	»	0,062
Ammoniaque libérable des matières azotées...........................	0,0020	»	0,0016
Acide nitrique......................	0,0044	»	0,000

Dans les eaux d'égout de Berlin, Rintaro Mori a reconnu trois espèces de bactéries pathogènes, qu'il a pu cultiver pures : le *bacillus murisepticus* de Koch; un bacille encapsulé qui ressemble au bacille de la pneumonie de Friedländer, mais en diffère par les accidents qu'il provoque chez les souris en injection sous-cutanée et chez les lapins en injection pleurale; enfin, un bacille court, sans analogie avec aucune espèce connue, qui tue les souris, les cobayes et les lapins. Il est remarquable que l'auteur ne mentionne aucun des bacilles pathogènes familiers à notre espèce, tels que le bacille typhique, le bacille de la tuberculose, qui sont certainement projetés dans les égouts à chaque instant, sans avoir toujours été soumis à la désinfection.

b. *Gaz d'égout.* — L'acide carbonique augmente, naturellement, dans l'atmosphère des égouts, et l'oxygène diminue, mais dans des limites très restreintes, puisque, d'après Erismann, les proportions de CO^2 restent entre 1 et 5,2 p. 1000.

Air des égouts, d'après Erismann. (Pour 100).

LOCALITÉS.	CO^2.	AzH^3.	H^2S.	O.	Az.	AUTEURS.
Nouveaux égouts de Londres....	0,522	sensible.	traces.	»	»	Letheby.
Nouveaux égouts de Londres (18 analyses)......................	0,106	»	»	20,71	»	Miller.
Nouveaux égouts de Londres (6 analyses)......................	0,307					
Egouts à Peddington (air impur).	0,510	»	»	20,70	78,79	Russel.
Egouts de Munich (5 analyses)..	0,314	0,022	»	»	»	Beetz.

L'ammoniaque et l'hydrogène sulfuré y sont nuls ou à l'état de *traces*, à moins d'incidents d'origine criminelle, comme celui du boulevard Rochechouart (voy. plus haut), ou du déversement d'eaux industrielles acides.

comme dans le cas de la mort de quatre ouvriers dans l'égout de Fleet-Lane (1862), rapporté par Haywood, et où Letheby accusa l'action toxique de l'hydrogène sulfuré développé des matières sous l'influence des acides. (Les eaux industrielles versées à l'égout ne doivent être ni *acides* ni *chaudes*.)

Les expériences de Boutmy et Descout, celles de Durand-Claye, ont prouvé que les gaz émanés d'excréments putrides, sans renouvellement d'air, comme cela arrive dans les fosses, sont toxiques à doses assez faibles; mais qu'ils n'arrivent point à de pareilles doses dans l'air des égouts, même dans les circonstances les plus inquiétantes. On sait que la promenade dans le grand collecteur de Paris est une distraction recherchée du beau monde (Bouley).

Les *microorganismes* ne sont pas aussi nombreux dans l'air des égouts que l'on aurait pu croire; l'eau et les parois humides les retiennent. Il y en a moins que dans les salles d'hôpital (p. 328) et, selon Miquel, si cet air en renferme 8 à 9 fois plus que l'air du parc de Montsouris, il arrive aussi qu'il en a moitié moins que celui de la rue de Rivoli (880 bactéries par mètre cube dans l'air du collecteur du boulevard de Sébastopol; 1,520, rue de Rivoli).

Dans les égouts sans courant sérieux, on voit souvent, par les journées froides, une buée de vapeur s'échapper des bouches, et il est assez commun, surtout dans les villes à fosses fixes, de remarquer les odeurs fétides qui s'exhalent, à diverses époques, de ces mêmes bouches. Mais rien de pareil ne se passe dans les canaux où il y a une circulation positive. Rözsahegyi et Soyka ont montré qu'il y a le plus souvent, surtout en été, *un courant d'air marchant dans le même sens que le courant liquide*, par suite de l'adhérence bien connue de la zone inférieure de l'air avec la surface de l'eau. Les courants émergeant par les bouches d'égout ne sont que très superficiels. Nous pensons, du reste, que si la ventilation des égouts est convenablement assurée, les bouches ne serviront jamais qu'à l'entrée de l'air, sa sortie ayant lieu par les gaines d'aspiration, au-dessus des toits. Et cet air n'aura pas d'odeur.

Influence sanitaire des égouts. — Les égouts, dont la construction et l'entretien sont liés à d'autres travaux d'assainissement et spécialement à l'établissement d'une distribution d'eau, élèvent toujours la santé générale des groupes, quand ils sont rationnellement installés et qu'ils fonctionnent pour le drainage des immondices. Le tableau que nous avons inséré à la page 138 en résume les preuves, empruntées à la pratique anglaise.

Il faut bien qu'il en soit ainsi, puisque la vidange par canalisation est la suppression radicale du fléau des fosses, fixes ou mobiles, de la dispersion des immondices, de l'imprégnation putride du sol urbain et de la nappe souterraine et de l'empestement de l'atmosphère.

On a l'habitude de mesurer l'influence sanitaire des égouts à la façon dont ils agissent sur la *fièvre typhoïde*, que l'on regarde, non tout à fait à tort, comme la maladie de malpropreté par excellence (*Schmutzkrankheit*, *filthdisease*). Le tableau ci-dessous, de John Simon, *Medical officer* du Conseil sanitaire central (1868), résume cette influence pour les villes anglaises.

Mortalité typhoïde dans les villes anglaises.

VILLES.	POPULATION EN 1861.	PÉRIODES DE COMPARAISON.		MORTALITÉ TYPHOÏDE POUR 10,000 HABITANTS.	
		Avant les travaux.	Après les travaux.	Avant les travaux.	Après les travaux.
Bristol	160,714	1847—1851	1862—1865	10.00	6,50
Leicester	68,056	1845—1851	1862—1864	14,60	7,75
Merthyr-Tydvil	52,778	1845—1855	1862—1865	21,33	8,66
Cheltenham	39,693	1845—1857	1860—1865	8,00	4,66
Cardiff	32,954	1847—1854	1859—1866	17,33	10,50
Croydon	30,229	1845—1850	1857—1864	15,00	5.50
Carlisle	29,417	1845—1853	1858—1864	10.00	9,75
Macclesfield	27,475	1845—1852	1857—1864	14,25	8,50
Newport	24,756	1845—1849	1860—1865	16,33	10,33
Dover	23,108	1843—1853	1857—1865	14,00	9,00
Warwick	10,570	1845—1855	1859—1864	19,00	9,00
Bambury	10,238	1845—1853	1857—1864	16,00	8,33
Penzance	9.414	1843—1850	1856—1865	7.50	8,00
Salisbury	9,030	1844—1852	1857—1864	7,50	1,75
Chelmsford	8,664	1843—1852	1855—1864	12,00	12,66
Ely	7,847	1845—1852	1859—1864	10,40	4,50
Rugby	7,818	1845—1851	1855—1864	10.00	9,00
Penrith	7,189	1845—1852	1856—1864	10,00	4,50
Stratford-s.-Avon	6,823	1845—1853	1860—1864	12.50	4,00
Alewick	6,494	1845—1851	1856—1864	13,50	8,66
Brynmaw	6,334	1843—1852	1856—1865	23,50	10,25
Worthing	5,805	1843—1852	1857—1865	7,50	9,25
Morpeth	4,490	1845—1852	1856—1864	16,50	10.00
Ashby de la Zouch	3,840	1845—1851	1855—1864	13,50	5,75

Sauf à Penzance, Chelmsford et Worthing (car la canalisation des immondices n'est pas toute l'hygiène), la mortalité typhoïde a baissé partout.

En 1886 (Bertillon), la mortalité typhoïde des villes anglaises continuait à être faible. Pour ce qui est des autres, nous comparons, dans le tableau ci-après, différentes villes d'Europe qui vidangent à l'égout, avec Paris, qui hésite.

Mortalité typhoïde en différentes villes.

ANNÉES.	DÉCÈS TYPHOÏDES POUR 100,000 HABITANTS.					
	DANZIG.	HAMBOURG.	FRANCFORT-S-M	LONDRES.	BRUXELLES.	PARIS.
1857—1859	»	»	9,1	»	»	»
1860—1862	»	2,9	7,0	»	»	»
1863—1865			4,7	»	2,2	5,1
1866—1868	9,9	2,2	6,1	»		
1869—1871			7,7	2,8	»	»
1872—1874	6	3,5	7,9	»	»	5.1
1875	3,2	»				5,3
1876	2,5	»	2,8		1,9	10,2
1877	2,5	»		2,5		6,1
1878	1,8	»	2,0			4,0
1879	1,7	»		2,3		5,3
1880	0,74	»	»	»	1,5	5,9
1881	»	»	»	»		8,7
1882	»	»	»	»	»	14,3
1883	»	»	»	»	»	8,8
1884	»	»	»	»	»	6.7
1885	3,3	3,2	»	1,7	1,9	6,3
1886	2,1	7,4	»	1,7	2,9	4,6

Hambourg, comme on voit, a eu un retour offensif très marqué de la fièvre typhoïde en 1886. La protection par la canalisation n'a, en effet, rien de spécifique

et ne saurait fermer toutes les portes au fléau. A la vérité, Hambourg s'abreuve à l'Elbe qui, au dire de Simmonds, est gravement contaminée ; mais Londres et Berlin boivent aussi de l'eau de rivière. Nous avons dit que cette eau est filtrée; cependant il est certain qu'il arrive parfois des accidents aux filtres, comme nous l'ont appris Frankland, Piefke, Plagge et Proskauer.

A Berlin, d'après Émile Trélat, il y a moyennement quatre fois plus de cas et de décès typhoïdes dans les maisons non annexées au *Radialsystem* que dans celles qui en bénéficient. En 1879, il y avait une maison avec cas typhoïde sur 65 maisons annexées au réseau et une sur 17 non annexées ; en 1880, les chiffres étaient respectivement 1 sur 49,3 et 1 sur 9,3 maisons.

Même quand les égouts sont mal faits, vieux, ou tout au moins irréguliers, il vaut encore mieux en avoir que d'en être privé, ainsi qu'il résulte des relevés statistiques de Soyka à Munich.

On peut donc être assuré aujourd'hui que Murchison faisait de la théorie toute pure en présentant la fièvre typhoïde comme issue des bouches d'égout, et que Buchanan servait mal l'hygiène en qualifiant de *fièvre des égouts* (*Sewer fever*) cette maladie qui ne naît pas des gaz, fussent-ils de cloaques, et contre laquelle le préservatif le plus certain est justement l'intégrité du sol, de l'air et des eaux, que les égouts permettent d'obtenir.

Il s'est trouvé aussi quelques contradicteurs de l'influence heureuse des égouts sur la mortalité générale, James Stark et Littlejohn en particulier. Sans doute on peut trouver quelque ville où la mortalité persiste ou augmente *malgré les égouts*, parce que la canalisation n'est pas toute l'hygiène et qu'à côté d'égouts excellents, il peut y avoir de graves lacunes sur quelque autre point. Mais cela n'infirme pas la règle. Au surplus, Littlejohn, qui affirmait l'immunité diphthéritique et typhoïde des vieux quartiers d'Édimbourg, où l'on pratique la vidange à la chinoise, tandis que les deux maladies sont en permanence dans la ville neuve, fut prié par F. Sander de fournir une statistique à l'appui de son dire, mais ne releva jamais le défi.

D. Évacuateurs d'origine et intercepteurs.

C'est dans la maison qu'a lieu la production des immondices; c'est là que se fait le collectionnement provisoire, quand il peut être toléré; c'est de là que partent les matériaux de déchet et les eaux qui les charrient pour s'introduire dans les grands récipients que nous avons étudiés — et condamnés — ou dans le réseau de conduites que nous avons présenté comme la seule solution possible de ce vaste problème d'assainissement.

Ce départ des immondices s'accomplit dans des conditions que l'on eût pu examiner plus tôt. Mais il nous a semblé qu'il importait de connaître d'abord la direction et les voies que ces choses impures peuvent prendre.

Principes. — Les principes universellement admis par les hygiénistes actuels sont les suivants :

1° L'*enlèvement immédiat* et intégral des résidus ;

2° L'*interception* de tout courant gazeux qui, des organes et tuyaux de décharge, pourrait introduire dans l'air limité des appartements des gaz de putridité, des molécules organiques, des germes plus ou moins suspects ;

3° La *ventilation* constante, par un courant d'air frais s'éloignant de la maison, de tout le drainage domestique, de façon à y oxyder incessamment les éléments putrescibles ;

4° L'exclusion des surfaces inutiles et des matériaux d'infection; par conséquent la recherche des appareils très simples et des matériaux imporeux.

Les siphons ou intercepteurs. — Nous indiquerons, en reprenant chaque foyer de souillure domestique, les moyens de l'éloignement immédiat. Les intercepteurs gagneront à être l'objet d'une étude générale.

Il est des intercepteurs très primitifs, les couvercles ou les tampons de bois que l'on pose sur les orifices de décharge dans l'intervalle des projections. Il est à peine utile de dire que ce sont des moyens illusoires et même fâcheux, parce que le bois s'imprègne des éclaboussures et des gaz odorants.

Les fermetures à *valves* ou *clapets*, manœuvrés par un contre-poids, ne valent pas mieux. La valve ne reste pas indéfiniment hermétique ; il faut bien qu'elle ouvre l'orifice, quand des résidus y passent ; le jeu en est souvent hésitant. Bref, on a une surface d'infection de plus et une obturation à peu près nulle.

Il n'existe qu'un seul moyen d'interception, mais il est parfait; c'est le *siphon hydraulique*. (En Belgique, on se sert souvent du terme *coupe-air*). La figure 188 en indique le type général, avec les 0m,07 d'*immersion* que l'on s'accorde à exiger.

On a varié presque à l'infini la forme des siphons. Les anciens siphons anglais étaient en forme de D couché (ᗜ). Le tuyau de chute plongeait de

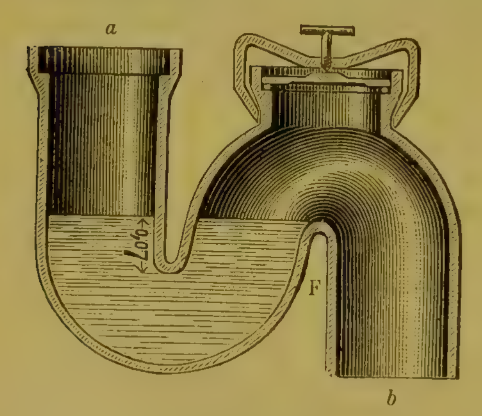


Fig. 188. — *Type général du siphon* (Pouilly-sur-Saône) *.

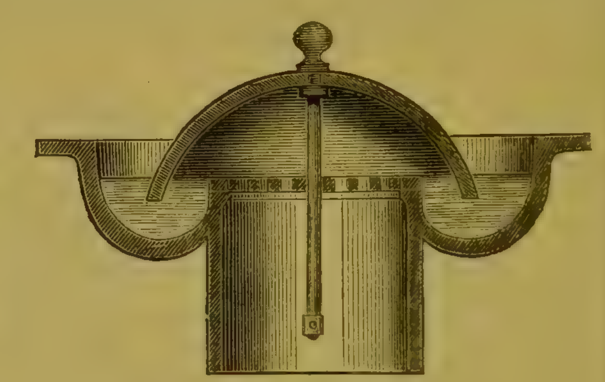


Fig. 189. — *Obturateur à cloche.*

quelques centimètres, par son extrémité inférieure, dans le liquide que contenait le D et qui s'écoulait par trop-plein au moyen d'un tuyau soudé vers le bord de cette cuvette.

On a fait des siphons à *valve*, à *sphère* (Bower), à *cloche*. Ce dernier, souvent employé à Paris sous le nom de *bonde siphoïde*, est un des plus mauvais appareils que l'on puisse imaginer. La figure 189 peut en donner une

(*) a, orifice d'accès ; — b, orifice d'écoulement ; — F, liquide recevant les matières et aussitôt remplacé par une couche permanente.

idée. Il est rationnel, parfois, de plier la forme du siphon à des conditions spéciales du rôle qu'il doit remplir; ainsi, sur le trajet d'une conduite de maison, comme on le le fait à Francfort (fig. 190) et à Berlin, ou dans un puisard de rue ou de cour.

Mais, après une expérience déjà longue, il a été reconnu que le meilleur obturateur à placer sous les orifices (éviers, water-closets) est le siphon en *S* couchée ou demi-couchée, suivant que la direction de sortie est verticale ou horizontale. Seulement, deux précautions sont absolument indispensables dans la construction du siphon obturateur.

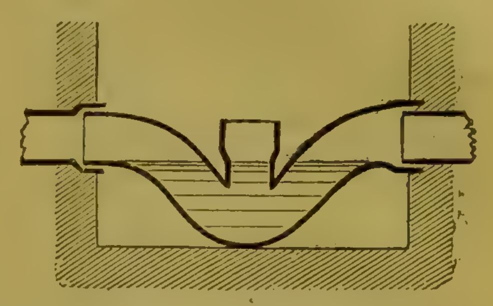


Fig. 190. — *Siphon avec immersion de* 0m,071, *placé au fond d'un puits sur le parcours du principal égout privé dans les maisons de Francfort.*

a. La première consiste dans le *tampon de nettoyage*, qu'il faut placer sous la première courbure du siphon, celle qui fait saillie vers le bas. En effet, comme le dit Wazon, les siphons sont grands collectionneurs de débris, jetés par les enfants et les domestiques. A moins que le siphon ne soit assez grand pour y passer le bras, ainsi qu'il arrive dans les siphons de cours et

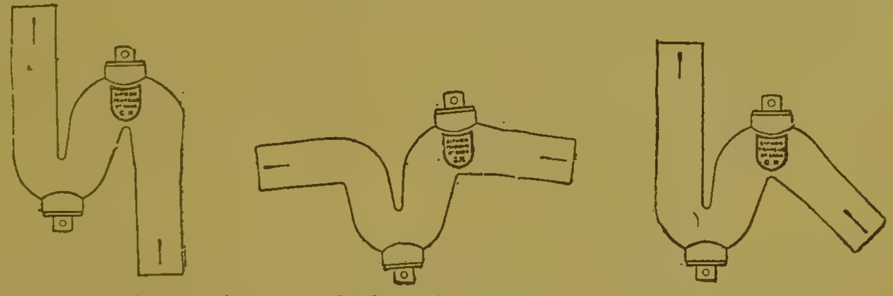


Fig. 191 à 193. — *Siphons français* (Geneste-Herscher).

de water-closets, il faut pouvoir extraire les corps étrangers par une ouverture aisément accessible qui, en temps ordinaire, est fermée par un tampon vissé (fig. 192).

Wazon conseille d'ailleurs l'usage d'un *tampon d'absence* qui s'appliquerait hermétiquement sur les orifices intérieurs des éviers, des siphons d'urinoirs et de water-closets, lorsque les habitants s'éloignent pour quelque temps et que l'eau des siphons risque de s'évaporer. La cuvette du cabinet de toilette et la baignoire sont fermées par leur soupape spéciale.

b. La deuxième condition (elle est capitale), c'est la *ventilation* du siphon. Les siphons en *S*, très avantageux sous le rapport de la circulation des liquides, ont le tort de *se siphonner* eux-mêmes avec une grande facilité, par induction, c'est-à-dire pour peu que la pression en amont soit supérieure à celle d'aval. Ce qui arrive à tout instant, par le fonctionnement même de chaque water-closet, et surtout parce que, dans la superposition d'étage en étage de siphons correspondant au même tuyau de chute, le fonctionnement du siphon de l'étage supérieur détermine une chute d'eau

qui fait succion sur tous les autres. Ceux-ci se vident dès lors plus ou moins; la « garde d'eau » diminue et devient tout à fait inefficace. Ces faits ont été reconnus par Baldwin Latham, Waring, Hellyer, Lissauer, Friedr. Renk. On avait proposé divers moyens de parer à cet inconvénient. Pettenkofer avait imaginé de placer sur la couronne du siphon un autre siphon, ou plutôt une bonde siphoïde remplie d'une solution de glycérine. Latham et Lissauer pensent ventiler et rétablir suffisamment la pression en prolongeant le tuyau de chute commun par-dessus les toits. Ces procédés sont compliqués ou inefficaces, comme le fait ressortir Wazon. Les siphons en *S* doivent être *ventilés en couronne*, c'est-à-dire que l'air à la pression normale doit toujours agir dans la courbe saillant en haut du siphon, immédiatement en arrière de la garde d'eau.

C'est l'ingénieur américain Philbrick, qui, en 1875, a le premier appliqué ce principe, auquel se rattachent Bayles, Bailey-Denton fils, Julius Adams, et dont Wazon a excellemment démontré la rigueur. Les ingénieurs Geneste et Herscher, à Paris, en poursuivent la réalisation dans leurs appareils d'assainissement, avec une rare habileté. On leur doit d'avoir cherché à faire pénétrer dans le public cette importante notion, au moyen de l'appareil de démonstration qu'ils présentaient à l'Exposition d'hygiène urbaine de la caserne Lobau (1886) et que produisit, quelques mois plus tard, A.-J. Martin, dans son intéressante conférence à Nancy. Deux siphons, correspondant également chacun à un tuyau de chute ouvert aux deux extrémités, mais dont l'un était ventilé en couronne, l'autre non, fonctionnaient côte à côte comparativement, par un déversement d'eau à leur orifice; un tube de verre, adapté à chacun d'eux, par-dessous la garde d'eau, faisait l'office d'indicateur de niveau dans celle-ci. Il était facile de voir que la colonne d'eau restait à une hauteur invariable dans le premier siphon, tandis qu'elle baissait assez dans le second pour que toute obturation cessât.

On obtient d'ailleurs cette ventilation efficace, en faisant partir de la *couronne* du siphon un tuyau légèrement ascendant qui va se mettre en communication avec l'air extérieur, soit par le tuyau de chute lui-même (prolongé jusqu'au toit), soit par une boîte métallique logée dans le mur extérieur et renfermant une valve mobile en mica, qui s'ouvre au passage de l'air, chaque fois qu'un liquide traverse le siphon, et se referme immédiatement après (A.-J. Martin).

Les siphons hydrauliques laissent à découvert la surface d'une eau que les gaz ne traversent point comme gaz, mais dans laquelle ils peuvent se dissoudre. De même, il n'est pas impossible que cette eau, qui a lavé une cuvette d'aisances ne renferme quelques germes saprophytes ou même, le cas échéant, pathogènes. On en a fait une objection, qui est purement spécieuse. Carmichael s'est donné la peine de démontrer que la diffusion des gaz dans l'eau des siphons est insignifiante. Nous savons, d'autre part, que les germes contenus dans l'eau ne s'en échappent jamais, quand cette eau n'est pas agitée.

Enlèvement des ordures ménagères. — Les ordures ménagères sont, presque partout, recueillies dans des récipients, qui devraient être étanches et pourvus d'un couvercle, pour séjourner le moins possible à la maison et

être livrées sans retard au service de la voirie. A Paris, les locataires doivent vider, tous les matins, leurs récipients particuliers dans un récipient commun qui lui-même est versé dans le tombereau municipal. Ils gardent donc encore près d'eux leurs déchets culinaires et balayures pendant un certain temps. Wazon propose d'adopter une méthode usitée en plusieurs villes d'Angleterre et d'Amérique, qui consiste à faire passer les ordures dans le récipient général mobile au moyen d'un tuyau de chute métallique, placé extérieurement dans la cour, avec trémie extérieure à fermeture automatique, placée en face de chaque cuisine, ou tout au moins à chaque fenêtre de palier d'escalier de service.

Eaux d'éviers, de toilette, de baignoires. — Les éviers doivent être faits de matière dure et imperméable, grès verni, porcelaine, cuivre étamé, fer émaillé, sans entourage de menuiserie. Des pentes accentuées, à leur surface, doivent faire converger les eaux sur la bonde. Celle-ci, correspondant à un siphon en S (fig. 192, 1 ou 3), est fermée d'une grille en temps ordinaire, d'un tampon rodé en cas d'absence des habitants.

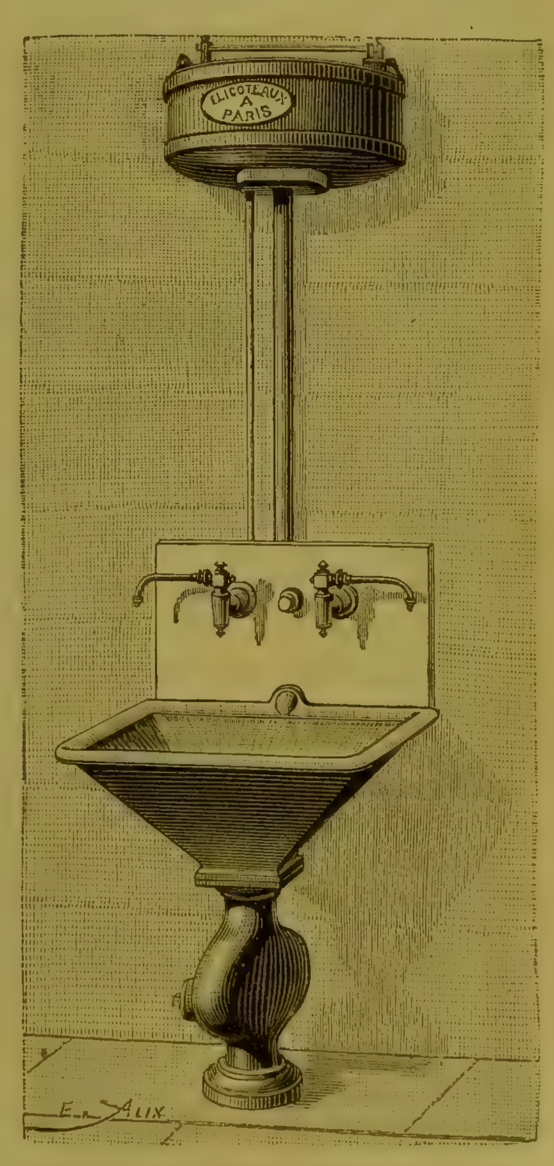


Fig. 194. — *Poste d'eau vidoir* (Flicoteaux).

Dans les cuisines de grande maison, il est utile de séparer la graisse des eaux avant leur passage par le siphon, afin d'en éviter le rapide engorgement (Eassie). Pour cela, on provoque la coagulation de la graisse par refroidissement, dans des appareils intermédiaires à la bonde d'évier et au siphon, d'où il est facile de l'extraire. Putzeys conseille les modèles de Doulton, de Dent et Hellyer; Wazon, la *trappe à graisse* de Tucker.

Les bassins de toilette ne doivent pas être à bascule, mais fixes, et être alimentés par un robinet libre et non noyé dans la cuvette. Ils se vident par une bonde ou par un robinet, pourvu que leur entrée dans le tuyau de chute se fasse par un siphon ventilé en couronne et muni d'un tampon de nettoyage.

La figure 193, ci-contre, représente ce que l'on appelle, dans les habitations col-

lectives, dans les hôtels et les maisons de quelque importance, un *poste d'eau*. Cet appareil se place dans une cour, dans un vestibule, aux combles pour l'usage des domestiques. On y prend l'eau nécessaire aux diverses opérations de propreté. Le modèle ci-joint a deux robinets libres émergeant à travers une plaque de marbre. Il lui est annexé un vidoir avec siphon dans la partie renflée du pied. On voit, à gauche de ce renflement, le tampon de nettoyage. La ventilation en couronne se fait par une tubulure partant du renflement de droite (invisible dans la figure). Enfin, le nettoyage de l'entonnoir et la poussée des impuretés s'accomplissent au moyen d'une chasse d'eau qui fonctionne dès qu'on appuie sur le bouton situé entre les deux robinets et qui correspond à un robinet amorceur.

Les baignoires qui se remplissent par un robinet s'ouvrant au-dessus du bord, par conséquent disconnecté d'avec l'eau du bain, doivent être préférées à celles qui reçoivent l'eau par le côté ou par le fond. La soupape des baignoires françaises est un bon moyen de les vider (Wazon), à la condition qu'elle s'ouvre sur un siphon hydraulique, comme précédemment. Le tuyau de chute va rejoindre la conduite de maison, sans qu'il soit utile de lui donner un siphon de pied, mais en se recourbant à son extrémité inférieure de manière à aboutir au canal de collectionnement par un angle très aigu et non suivant la perpendiculaire.

Avec ces orifices et tuyaux de décharge, on ne voit plus à quoi peuvent servir les « plombs, ces horribles boîtes, » dit A.-J. Martin, où l'on jette toutes les immondices sans que rien ait été prévu pour empêcher le retour des gaz de leur décomposition.

Drainage des matières excrémentitielles. — C'est dans la construction des appareils récepteurs et évacuateurs de cette catégorie d'immondices que les principes posés plus haut doivent être observés dans toute leur rigueur.

En outre des règles générales indiquées précédemment (page 545) et relatives au cabinet d'aisances, il importe de préconiser ici la suppression de toute surface qui pourrait inutilement être tachée par les solides, éclaboussée par les liquides, imprégnée des émanations gazeuses. Jamais la simplicité n'a eu plus de mérites.

Dans les maisons confortables et très soignées, où les cabinets sont fréquentés par un petit nombre de visiteurs, on peut tolérer les sièges en bois dur, vernis, ciré, élégants et commodes ; partout ailleurs, il est nécessaire de réduire les surfaces en bois, éminemment absorbantes; d'éviter même le marbre et l'ardoise, qui sont trop spongieux, et de les remplacer le plus possible par le verre, l'ardoise recuite, la lave, l'ébonite, le grès ou la fonte émaillés.

Quand nous parlons de *sièges*, il va sans dire qu'il s'agit de sièges sur lesquels on s'asseoit, de façon à projeter le plus immédiatement possible les fèces et l'urine dans l'entonnoir qui termine supérieurement le tuyau de chute, et non d'un perchoir sur lequel le visiteur monte et met les pieds, risquant de déposer la matière fécale sur le bois même du siège et certain, en tous cas, de darder son urine d'autant plus loin qu'elle part de plus haut.

A vrai dire, lorsque quelqu'un en use ainsi avec un appareil qui est destiné

à être utilisé d'une autre façon, c'est que le siège est certainement mal fait, et c'est le constructeur qui a poussé ses clients à la malpropreté. Nous considérons, d'ailleurs, les barres tendues dans le dos du visiteur pour l'obliger à s'asseoir très incommodément et tous les encastrements ingénieux qui poursuivent le même but, comme des moyens fort sots de

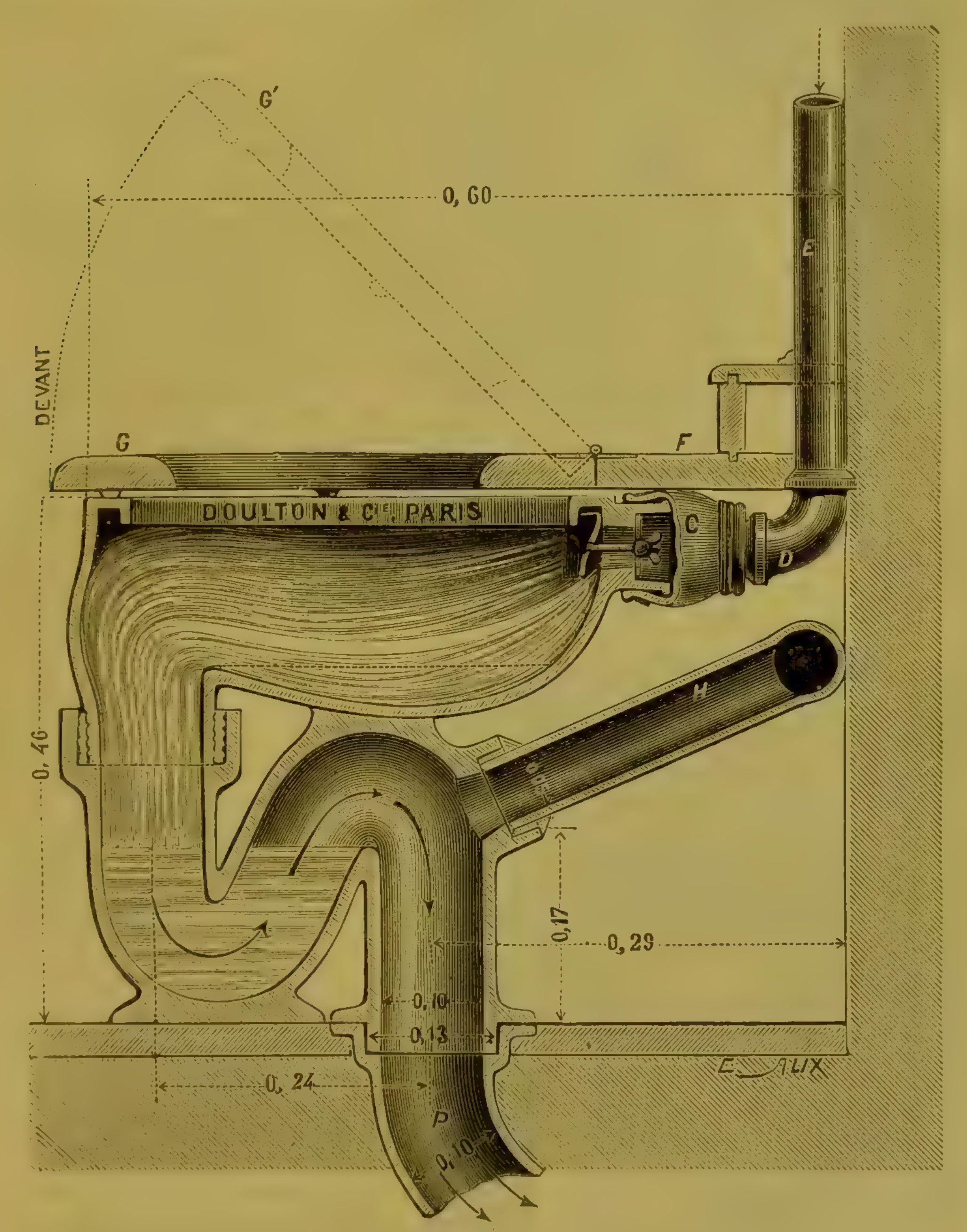


Fig. 195. — *Closet à cuvette ovoïde et siège étroit* (« Combinaison » de Doulton).

dispenser les architectes et les plombiers de nous fournir les appareils agréables et salubres auxquels nous avons droit.

On fabrique aujourd'hui des cuvettes dont l'ouverture a la forme ovoïde très allongée, la petite extrémité en avant. Les dimensions de cette ouverture, d'avant en arrière, sont assez considérables (il en est de 38 cent.)

pour que, quand un homme a le siège sur la grosse extrémité de l'ovoïde, sa verge plonge dans le vide et ne puisse rencontrer aucun point des bords de la cuvette. Dans le cas des habitations collectives, voilà la crainte de recueillir quelque contage suffisamment écartée. D'ailleurs, le siège peut n'être plus autre chose que le bord même de la cuvette, arrondi à cet effet, ou bien une garniture légère, en bois dur, vernis, à angles arrondis et de quelques centimètres de largeur. Dans le système indiqué à la figure 194, le siège a un peu plus que cette largeur ; mais il est à charnières et susceptible de se relever à volonté, en vue de la surveillance et des nettoyages. Au besoin, il se relève seul, au moyen d'un contre-poids.

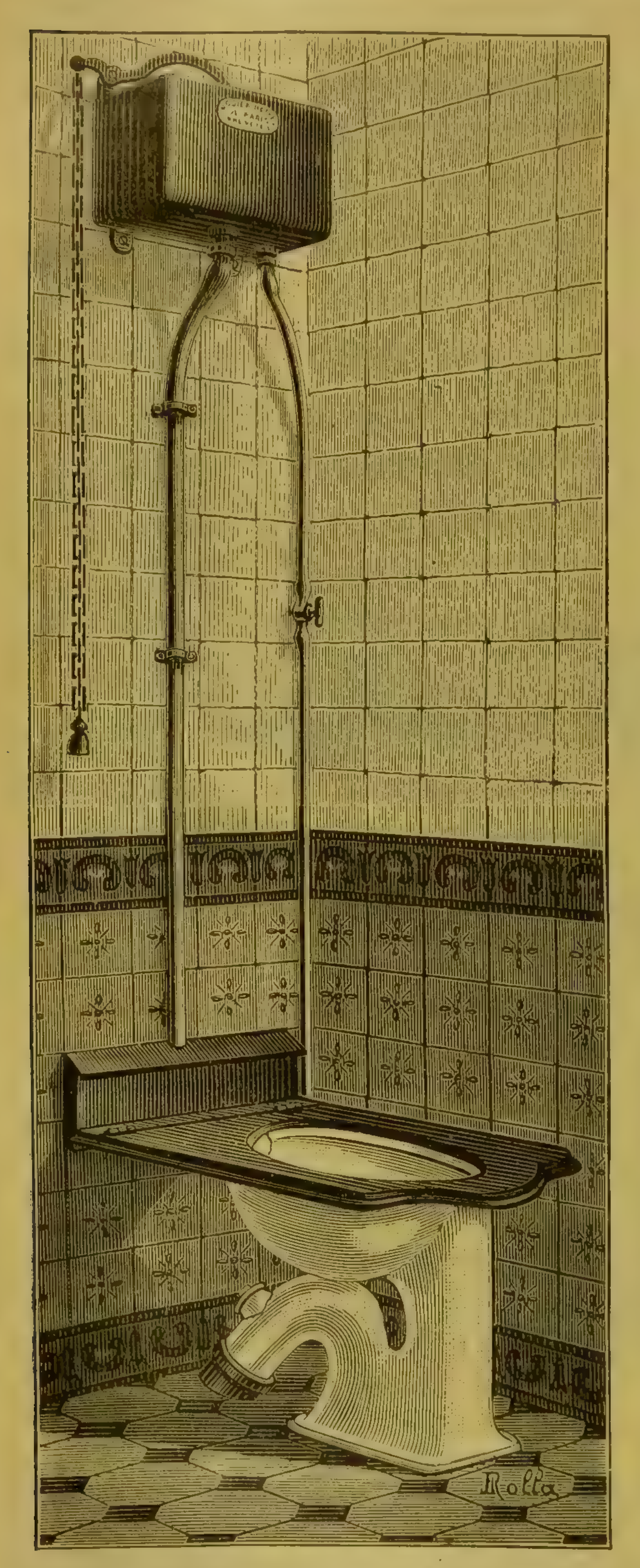


Fig. 196. — *Garde-robe sans mécanisme*, Rogier et Mothes.

De tels appareils sont praticables dans les habitations collectives, puisque cela existe, ainsi qu'il résulte du témoignage d'E. Richard, en ce qui concerne l'hôpital du Val-de-Grâce. Pourtant, si l'on a des raisons de conserver sur quelques points l'habitude des *latrines à la turque* (souvent, parce qu'il est difficile de modifier des constructions existantes), il n'est pas impossible de les assainir et de les mettre en rapport avec le progrès contemporain.

Le cabinet des latrines à la turque (le hangar plutôt) doit remplir au plus haut point les conditions de simplicité et d'imperméabilité. Le bois en sera

rigoureusement exclu. Le sol en sera recouvert de dalles inattaquables, avec des pentes décidées, convergeant vers les *lunettes*. Dans ces sortes d'installations, c'est la projection à distance des urines dans l'acte de la défécation et leur dispersion sur le sol qui sont la grande source d'imprégnation putride des vêtements et d'émanations odorantes à perpétuité. La seule supériorité des cabinets à la turque, ou même l'unique compensation à ce qu'ils ont de repoussant, c'est la possibilité de laver à grande eau. Si vous y faites des escaliers, des plateformes, des cloisons complètes ou partielles, vous ruinez cette aptitude au lavage, tout en le rendant plus nécessaire par la multiplication des surfaces d'infection, à cause de l'extrême difficulté de rencontrer des matériaux qui résistent à l'action des sels ammoniacaux. Tout au plus peut-on tolérer, de chaque côté de la *lunette*, une semelle en relief, de la matière la plus dure possible, qui invite le visiteur à se placer convenablement et d'ailleurs le préserve d'avoir les pieds dans l'eau. Aux casernes Schomberg et de Lourcine, où cette installation est cependant remarquable, on a disposé les lunettes, au-dessus desquelles l'homme s'accroupit, dans une petite plateforme de $0^{m},35$ de hauteur; les urines doivent tomber dans une rigole de $0^{m},65$ de large, où il passe toujours de l'eau, et recouverte d'une grille en fer galvanisé. Mais on s'est vite aperçu que l'urine lancée de haut va d'autant plus loin et dépasse souvent le but. A l'hôpital Saint-Martin (Paris), la grille a été remplacée par une plaque de verre à cannelures profondes, toujours pleine d'eau.

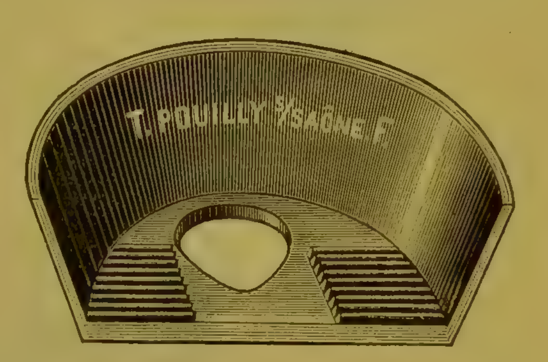


Fig. 197. — *Coquille pour lunette de latrines à la turque.*

C'est tout ce qu'il faut (avec beaucoup d'eau). Nous croyons, comme E. Richard, que toute cloison surajoutée est détestable. Cependant « si l'on tient absolument à disposer chaque lunette dans une espèce de niche », nous donnerions, avec le même auteur, la préférence à la coquille de grès vernissé, d'*une seule pièce* (fig. 197), construite à l'usine de Pouilly-sur-Saône.

Malheureusement, ces correctifs puissants ne peuvent se passer de beaucoup d'eau. Aussi se demande-t-on dans quelle mesure ils pourraient être adaptés à l'usage de la fosse fixe. Si l'on supprime celle-ci, au contraire, l'assainissement paraît relativement facile. La lunette devient l'orifice d'un tuyau gros et court, abouché à un cylindre horizontal, terminé par un siphon à l'une de ses extrémités et recevant par l'autre une chasse d'eau intermitente. C'est la *latrine à auge* (Richard). Il est clair qu'en élevant un peu la lunette, on peut y adapter un siège, ou mieux, un bord en bois, qui dispensera les visiteurs de s'accroupir.

Appareils d'évacuation sur fosses. — Dans quelques maisons particulières affligées de la fosse fixe, mais riches et à un petit nombre d'habitants, les propriétaires s'offrent le luxe de cabinets à eau, au risque de remplir en

quelques semaines leur fosse, quoique vaste et perdant des liquides dans le sol d'alentour. Ces maisons rentrent dans les règles que nous étudions plus loin.

Les autres, qui doivent éviter l'eau et n'en emploient que pour des nettoyages rapides, à la brosse, nous paraissent devoir se borner à remplir, *par construction*, les conditions voulues de *simplicité* et d'*imperméabilité*. Nous ne comprenons vraiment pas pourquoi ces cabinets se donnent la complication d'une cuvette et d'un obturateur, qui est généralement une valve de métal. Le mieux est que la cuvette soit réduite à n'être que la tête du tuyau de chute, que sa paroi postérieure se rapproche de la verticale et qu'elle n'ait d'intercepteur d'aucune sorte. La valve qui en sert n'intercepte pas, et c'est une surface de souillure permanente. La cuvette réduite sera en faïence ou en grès vernissé. Pour le reste, la meilleure interception paraît encore devoir être la ventilation avec circuit descendant du cabinet par le tuyau de chute et remontant de la fosse par le tuyau d'évent, selon le précepte de d'Arcet, et en s'efforçant de rendre possible la

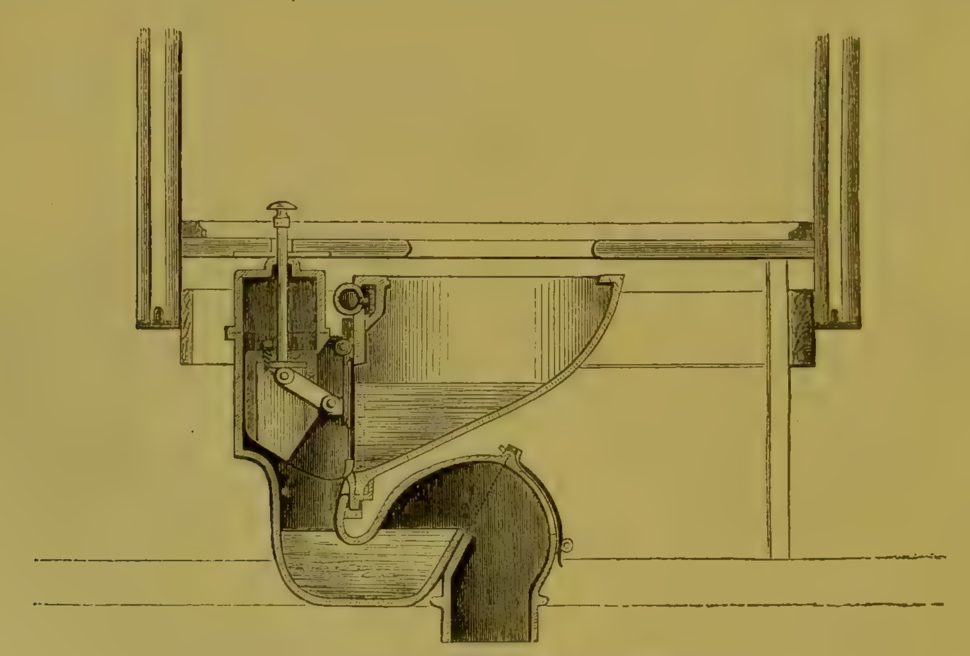


Fig. 198. — *Water-closet, système Jennings modifié.*

visite de ces conduites, en vue d'éviter les fuites de gaz putrides dans la maison, par des fissures ou des mal joints. Sans doute le tuyau d'évent ne fait que « déplacer le méphitisme, » selon l'expression de Vallin; et c'est, avec d'autres dangers sur lesquels Wazon insiste, la condamnation du système. Mais l'on ne peut faire moins mal avec la fosse fixe.

Water-closets. — Parmi les appareils anglais, dont ce terme accuse l'origine et la destination, Wazon distingue trois classes : 1° les water-closets à simple valve ou à valve et siphon (*panclosets*); 2° les water-closets à bassin d'eau et siphon inférieur avec ou sans valve (*wash-out-closets*); 3° les water-closets à simple action d'eau directe avec siphon, sans aucune valve. Les premiers sont détestables et abandonnés par tout le monde. Le type des

seconds est le closet de Jennings, plusieurs fois modifié par son inventeur, et que la figure 198 reproduit en coupe. Il passait encore pour excellent, il y a une dizaine d'années. Pourtant on se demande pourquoi une valve, un mécanisme compliqué, une séparation en deux de l'eau de lavage qui brise la chasse. D'ailleurs, le siphon de Jennings n'est point ventilé et, par suite, peut se siphonner sans qu'on en sache rien.

Le troisième système (*hopper-closet* ou *hotte-closet*) supprime tout mécanisme capable de se détraquer et de recueillir des ordures. Il fonctionne par le seul jeu du siphon hydraulique ventilé en couronne et par une chasse d'eau que les ingénieurs rendent intermittente automatiquement ou à la volonté du visiteur, selon que l'on a plus ou moins d'eau à dépenser et qu'il en est besoin. D'ailleurs Jennings lui-même a montré comment il faut

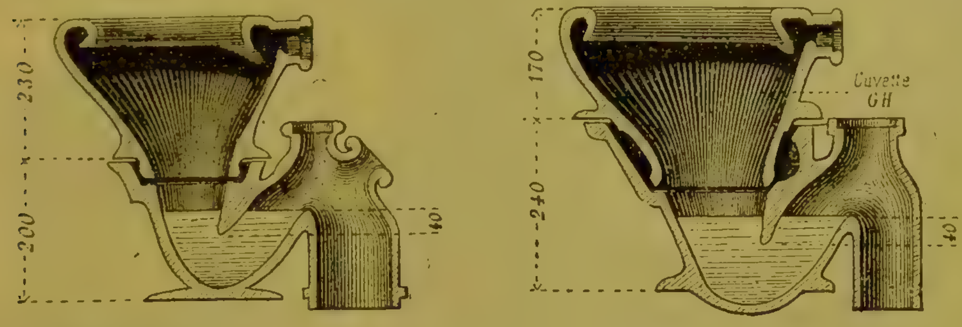


Fig. 199 et 200. — *Cuvettes à siphon* (usine de Jeanménil et Rambervillers).

construire la cuvette, en rendant « verticales les génératrices d'arrière et inclinant en dehors les génératrices d'avant. » Les figures 199 et 200 montrent des coupes de cuvettes, dans la construction desquelles on a cherché à se conformer à cette règle.

Philbrick recommande le *closet-hotte*, avec une cuvette en forme de pain de sucre renversé et dont les bords arrondis servent de siège. Hellyer construit un *artisan-closet* qui ressemble beaucoup à l'appareil représenté figure 195, sauf la cuvette qui, dans notre dessin, réalise une idée particulière sur laquelle nous allons revenir. Cet artisan-closet a pour but de raccourcir la hauteur verticale de l'appareil, laquelle favorise le siphonnement. Wazon, après les ingénieurs américains et anglais, approuve ce système, mais voudrait supprimer tout encadrement en menuiserie; on coifferait simplement, en hiver, le pourtour de la cuvette d'une couronne mobile, en bois dur verni. En été, on s'asseoirait sur la porcelaine. L'ingénieur Flicoteaux (Paris) construit des appareils qui correspondent assez exactement à ce type (fig. 201). Il va sans dire que la cuvette en faïence se continue par un siphon dûment ventilé.

Quant à la cuvette de l'appareil fig. 195, on voit qu'elle est construite de telle sorte qu'il reste constamment, au fond de la partie postérieure (élargie) de sa concavité, une faible épaisseur d'eau, tandis que la partie antérieure s'ouvre librement dans le siphon. La maison Doulton, qui l'a inventé, appelle ce système *combinaison*, parce que la cuvette, laissée à découvert, peut servir de vidoir pour les eaux sales et faire l'office d'urinoir.

Bien que la retenue d'eau n'ait que 0m,035 d'épaisseur et n'incommode pas, dit-on, le visiteur, nous n'en comprenons pas bien l'utilité. Richard estime, au contraire, que le système est supérieur à tout ce qui s'est fait jusqu'à présent.

Dans le cas où l'habitation, surtout si elle est collective, ne possède pas cet appareil à double fin (et un peu suspect à cause de cela), il est néces-

Fig. 201. — *Closet à cuvette en faïence, sans siège en bois.*

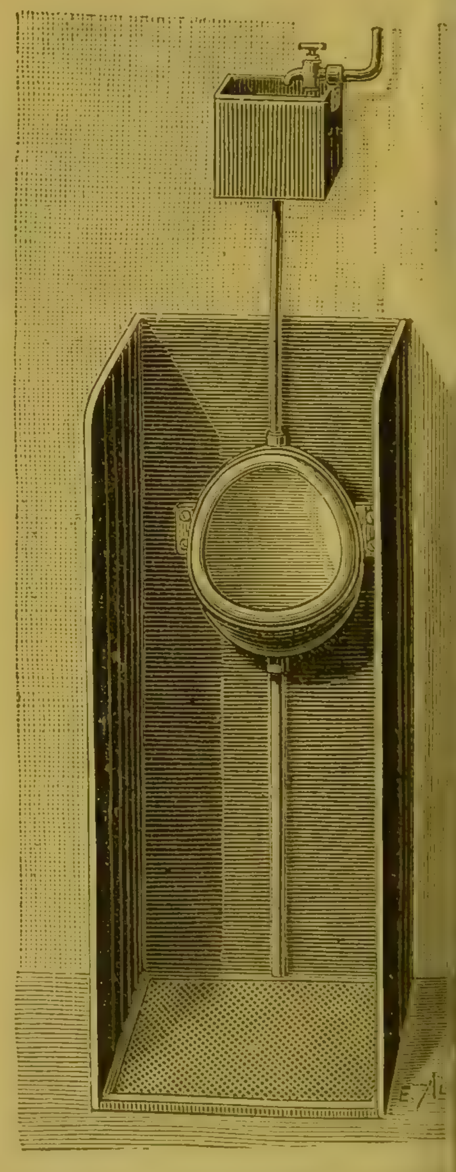


Fig. 202. — *Urinoir séparé* (construit par Flicoteaux).

saire de ménager des vidoirs et des urinoirs séparés, pour recevoir les

urines rendues en dehors de la défécation. Ces urinoirs sont soumis aux mêmes règles que les autres évacuateurs, au point de vue de la construction, du lavage et de l'interception des gaz de retour (Voir fig. 202).

Chasses d'eau. — Les water-closets Jennings ont pour but de ménager l'eau, ce qui entraîne naturellement des nettoyages à moitié. Ce sont, du reste, les fosses fixes qui ont inspiré ce médiocre appareil. Quand on s'en sert, il faut observer la règle de la disconnection de la conduite d'eau avec le tuyau de lavage du water-closet et installer un réservoir alimenté par un robinet non plongeant.

Aujourd'hui l'on attache, à bon droit, une extrême importance aux chasses de nettoyage et de poussée des matières. Indépendamment de la disposition des ouvertures, quelquefois multiples, qui font passer l'eau circulairement sur toute la surface interne de la cuvette, on a recours à

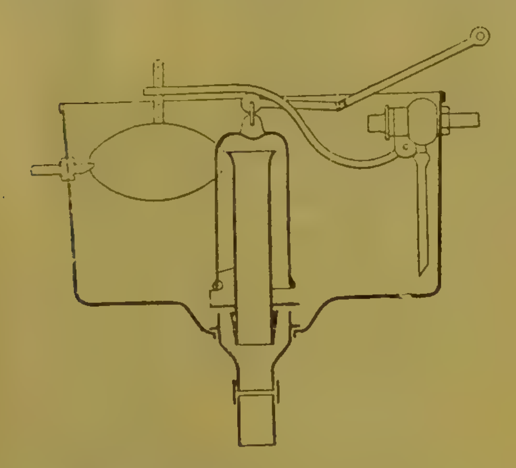


Fig. 203. — *Chasse à tirage* (construit par Geneste-Herscher).

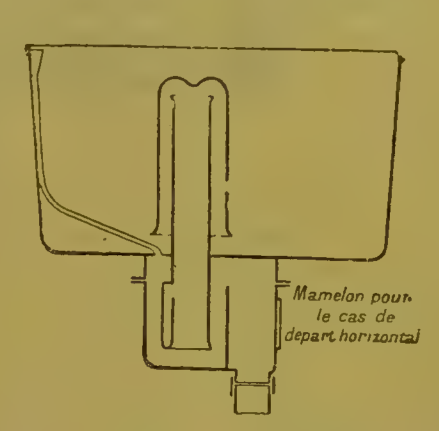


Fig. 204. — *Appareil de chasse automatique simple* (système breveté Geneste, Herscher et Carette).

des procédés qui font tomber brusquement, d'une hauteur de 2 à 5 mètres, une masse d'eau de 10 à 15 litres dans l'entonnoir récepteur.

On obtient cet effet à l'aide de *réservoirs de chasse* en fonte, disposés comme on le voit dans les figures 201, 202, et qui se rattachent tous au type Rogers Field, de la figure 183. Seulement nos ingénieurs se sont évertués, avec un zèle louable, à perfectionner leurs modèles et à en rendre le jeu sûr et rapide.

Il en existe de deux sortes : les réservoirs à *fonctionnement automatique* et les réservoirs à *tirage*. Les premiers s'amorcent et déversent leur contenu d'eux-mêmes, à des intervalles réglés; ils sont utiles dans les cabinets très fréquentés et là où l'on ne craint pas la dépense de l'eau. Les seconds se remplissent par un tuyau venant de la distribution municipale, mais qu'un flotteur ferme lorsqu'ils ont reçu le volume d'eau nécessaire; pour les amorcer, il faut tirer sur une chaîne qui met en jeu un mécanisme amorceur. Ils conviennent dans les maisons particulières et dépensent relativement peu d'eau.

Les figures 203 et 204 reproduisent des types de chasse à tirage ou auto-

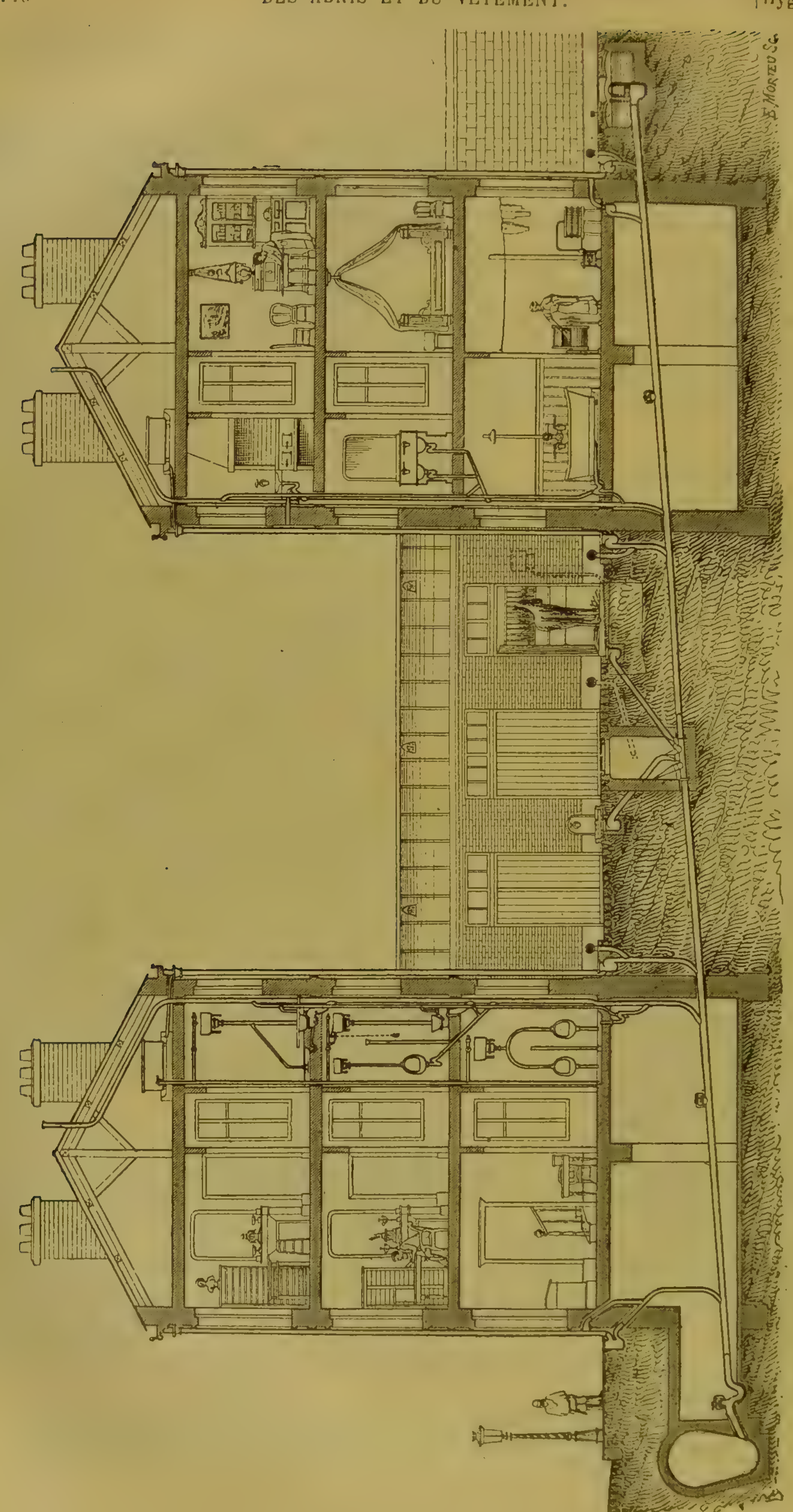


Fig. 205. — *Ensemble du drainage d'une maison.*

matique de la maison Geneste-Herscher. La théorie n'en intéresse pas directement l'hygiène. Cependant il est utile de faire remarquer la sûreté particulière que le siphon automatique (fig. 204) acquiert par le dispositif de détente, ou *détendeur pneumatique*, et par le *tube régulateur*, qu'on voit au bas de la figure. « L'ensemble de l'appareil s'inspire des principes de la fontaine de Héron. L'amorçage résulte de la combinaison appropriée des compressions et détentes successives de l'air contenu dans le siphon pendant le remplissage du réservoir de chasse. Le tube régulateur évite le déréglage de l'appareil quand le siphon est noyé à l'aval pour une raison quelconque. Il évite toute rentrée d'air pendant l'écoulement et permet, en outre, le rétablissement immédiat de la pression barométrique dans le siphon après la chasse. »

Finalement, le lecteur trouvera résumés dans le dessin ci-joint (fig. 205) les divers modes et les cas de l'application des principes qui viennent d'être exposés et qui reviennent, en somme, à cette simple formule : *expulser immédiatement de la maison tous les matériaux usés et interdire le retour de tout produit putride.*

Contrôle de l'étanchéité du drainage domestique. — Les Anglais ont montré combien il importe de vérifier l'étanchéité des conduites de maison. Vallin et A.-J. Martin nous ont fait connaître l'existence, en Angleterre, de *The London sanitary protection Association*, qui se charge de faire examiner la salubrité des immeubles habités par ses souscripteurs. D'autres associations pareilles se sont formées sous l'initiative de Fleeming Jenkin (d'Édimbourg). L'ingénieur de l'Association fait monter sur le toit un agent subalterne qui verse quelques gouttes d'essence de menthe poivrée (huile de Mitcham) à la partie supérieure du tuyau principal recevant les immondices de la maison ; il bouche cet orifice avec un tampon, le dégagement de l'odeur de menthe à l'un des étages ne tarde pas à dénoncer la fuite, s'il en existe une. On peut remplacer l'essence de menthe, très coûteuse, par une autre, ou simplement injecter de la fumée de tabac, par exemple, avec une pompe à air ; cette fois, la vue juge de l'endroit de la fuite plus exactement encore que l'odorat. Il va sans dire que, dans ces expériences, les tuyaux doivent être obturés au pied aussi bien qu'à l'orifice supérieur.

E. Destination finale des immondices.

Les *ordures ménagères* sont conduites par entreprise hors des villes, où les entrepreneurs les vendent à l'agriculture, à moins qu'ils ne les emploient eux-mêmes. Les *dépôts* de ces ordures sont souvent placés trop près de la ville ou incommodent la banlieue. C'est une question d'hygiène urbaine à reprendre.

Les matières excrémentitielles subissent des traitements très divers, sans compter l'*incinération*, que l'on a proposée, mais qui ne sera point pratiquée de sitôt. Il ne s'agit jamais que d'une *transformation*, et c'est toujours, en définitive, le sol qui est chargé de l'exécuter, d'une façon plus ou moins immédiate. C'est lui qui rend à l'atmosphère, aux eaux, à la

végétation et, par suite, aux animaux supérieurs, les éléments de cette matière morte qui peuvent et doivent rentrer dans le cercle vital.

On peut en conclure, *à priori*, que les procédés qui rendront le plus vite ces matériaux au sol seront les meilleurs, pourvu qu'ils ne compromettent pas, d'ailleurs, sur leur passage, les milieux communs.

1. *Utilisation immédiate par l'agriculture. Épandage.* — Ce procédé est très ancien et très répandu en Chine, en Espagne, dans les Flandres; il contenait en germe, assurément, l'irrigation moderne à l'eau d'égout.

Il consiste dans le transport direct des matières de fosses fixes ou mobiles sur les terres destinées à un prochain labour. Quand chacun utilise ainsi ses produits ou qu'un grand nombre de cultivateurs emportent la vidange pour l'employer au fur et à mesure, la ville est débarrassée du souci des *dépotoirs*. Il n'en est plus de même quand une compagnie de vidanges se fait l'intermédiaire entre les habitants et les cultivateurs. D'ailleurs ceux-ci font eux-mêmes, tout contre l'habitation rurale, un petit dépotoir qu'ils appellent *citerne à engrais* et qui ne contribue pas peu à empuantir l'air de la ferme. On n'y prend point garde dans le Nord, et le Conseil d'hygiène de ce département, réclamant le passage des citernes de la première à la seconde classe des établissements insalubres, fait remarquer qu'elles « n'ont pas plus d'inconvénients que des fosses d'aisances dont on opérerait souvent la vidange. » Ce qui est exact.

L'épandage dépouille beaucoup de ses charmes la campagne qui le subit; tant à cause des voyages de la matière que du procédé lui-même par lequel on la projette dans l'air pour l'étaler mieux en surface sur les champs. Ceux des habitants de Lille qui ne sont pas nés dans le pays renoncent à la promenade autour de la cité. Aussi croyons-nous qu'on peut trouver des moyens plus conformes à l'esthétique d'arriver au même résultat. Mais, en soi, on ne voit pas que ces habitudes aient entraîné quelque infériorité particulière dans la santé des gens du Nord, ni qu'elles provoquent des épidémies.

2. *Dépotoirs. Fabrique d'engrais.* — Lorsque la vidange totale ou partielle d'une ville ou d'un grand établissement est confiée à un entrepreneur, particulier ou compagnie, qu'il s'agisse de fosses fixes ou de fosses mobiles de n'importe quel système, ou même de vidange pneumatique, il faut généralement que l'industriel dispose d'un réservoir d'attente dans lequel il accumule son engrais jusqu'à ce que les demandes des cultivateurs l'en débarrassent moyennant un prix de vente qui constitue les bénéfices espérés de l'entreprise. S'il travaille cet engrais et le réduit en *poudrette* ou en sels ammoniacaux, il lui faut parfois un récipient à mi-chemin de son usine, comme Paris a simultanément le *dépotoir* de la Villette et la *voirie* de Bondy. Pour l'hygiène, l'une et l'autre sont des *dépotoirs*.

Ces dépotoirs sont des fléaux publics, comme il est aisé de le soupçonner. Bourneville a raconté les soucis que cause à la municipalité parisienne, depuis 1872, la voirie de Bondy. La compagnie anglaise Newcomen et Calender s'y est ruinée : on a été obligé d'expulser par ordre de justice (1875) son successeur M. Pattison. L'administration s'est vue mise en situation

de ne pouvoir se débarrasser du *stock* fécal, toujours montant, des bassins de Bondy, qu'en accordant le monopole de la vidange à la compagnie Lesage, ce qui la livrait au bon plaisir de l'entrepreneur. La *Société concessionnaire de la voirie* (Muller et Bilange) de 1878 ne put remplir les conditions de son bail, qui fut résilié en 1880. Une ceinture de petits dépotoirs et d'usines à fabriquer du *sulfate d'ammoniaque* s'était formée alors autour de Paris, à Bobigny, Aubervilliers, Drancy, Nanterre, Courbevoie, Saint-Denis, Arcueil, Gentilly, Thiais, Maisons-Alfort, etc. Aimé Girard (1881) en comptait vingt-cinq. En 1880, la population parisienne s'aperçut que décidément elle était plongée, tous les soirs, dans une atmosphère fétide, faite des émanations de ces usines, et même s'en plaignit. On en supprima quelqu'une et, pour les autres, la Commission d'assainissement proposa des précautions excellentes, quoique un peu nombreuses, qui eussent rendu inoffensive la fabrication de sulfate d'ammoniaque ; malheureusement elles étaient inacceptables. Un industriel, M. Bilange, travaille depuis 1880 à épuiser le stock de Bondy. Néanmoins, « la voirie de Bondy demeure, dit Bourneville, un dépotoir infect. » Ajoutons que ces usines envoient leurs eaux résiduaires, plus ou moins désinfectées, dans les égouts et que la voirie de Bondy débordante a dû quelquefois écouler la vidange intégrale dans le collecteur *départemental*, qui se déverse en Seine à Saint-Denis (voy. fig. 176).

Lorsque l'engrais est *offert* aux cultivateurs, ceux-ci s'empressent d'autant moins, naturellement, à venir l'enlever. Dès lors il s'accumule.

En 1869, à Manchester, il couvrait d'une couche de 4 à 6 mètres d'épaisseur plusieurs acres de terrain; l'eau qui s'en écoulait, pour être rejetée dans les égouts, renfermait 2000 milligrammes par litre de substances solubles et 200 milligrammes de matières en suspension; l'azote de ces matières était uniquement organique ou ammoniacal, sans acide nitrique. A Lancaster (closets à la terre), au dire de Radcliffe, les cultivateurs sur qui on avait compté laissent s'accumuler le produit des tonnes, de telle sorte que le tas devient aussi un dépotoir répandant au loin ses odeurs. Autant en est arrivé des tinettes-Goux sortant des camps autour de Paris. Rawlinson dénonçait, à Rochdale, un monceau d'immondices, de 14,000 quintaux; une fabrique de poudrette, qui y a été montée en 1875, n'arrive pas à l'épuiser. On sait le médiocre succès qu'obtient en Hollande l'engrais Liernur. Les Anglais déclarent que ni la fabrication de la poudrette (Rawlinson), ni même l'utilisation agricole des eaux d'égout (Frankland), ne peuvent couvrir les dépenses par la vente du fumier.

3. *Traitement chimique.* — Nous ne reviendrons pas sur ce qui a été dit du traitement chimique des matières dans les fosses; nous les supposons maintenant véhiculées par l'eau, comme il arrive dans les villes qui envoient exclusivement ou partiellement les immondices à l'égout.

De très nombreux procédés ont été essayés ou sont encore à l'étude, en vue de séparer, à l'aide d'agents chimiques, les matières azotées de l'eau qui les charrie; c'est-à-dire, d'une part, de rendre de l'eau normale au courant des rivières, de l'autre d'obtenir les matières azotées sous un volume et une forme qui permît leur utilisation agricole. Malheureusement, aucun d'eux n'a paru satisfaisant, même à ne considérer que le fait

de l'assainissement des eaux d'égout. Schlœsing et Durand-Claye citent parmi les principaux : la *chaux*, le *sulfate d'alumine*, le *phosphate d'alumine*, le *système* A. B. C., mélange complexe d'alun, de sang, d'argile (*alum, blood, clay*), de charbon, de chaux, les dissolutions acides de *phosphates* naturels (procédé Knab), les *sels de magnésie*, les *chlorure* et *sulfate de fer*, le *système Holden* (sulfate de fer, chaux et charbon), modifié à Reims par l'emploi de lignites pyriteuses naturelles et l'addition de phosphates de chaux dissous, etc. « Tous ces réactifs plus ou moins complexes peuvent être d'assez bons clarificateurs, mais ils n'exercent sur les matières solubles qu'une action très limitée ; celles-ci demeurent dissoutes ; les eaux traitées restent riches en matières putrescibles et ne peuvent être admises dans les rivières. » Frankland, dans le rapport sur la pollution des rivières dans les bassins de la Mersey et de la Ribble, a résumé de la manière suivante les très nombreuses analyses auxquelles il s'est livré :

RÉACTIFS.	QUANTITÉ pour 100 DES MATIÈRES ÉLIMINÉES PAR LES RÉACTIFS.		
	Carbone organique dissous.	Azote organique dissous.	Matières organiques suspendues.
Chaux	23 à 26	10 à 66	60 à 97
Procédé A. B. C.	26 à 35	50 à 59	87 à 97
Chaux et chlorure de fer	50	37	99
Sulfate d'alumine	4	48	79
Système Holden	3 à 43	0	100
Moyenne	28	37	90

Il conclut à l'exclusion, de tout cours d'eau, de liquides conservant de telles impuretés et restant encore si riches en éléments fermentescibles, caratérisés par le carbone et l'azote organique.

Le système Wicksted (lait de chaux) à Leicester, qui possédait des appareils mécaniques perfectionnés pour l'addition et le mélange du lait de chaux, pour l'extraction et le séchage des dépôts, a ruiné ses entrepreneurs en peu de temps, sans avoir trouvé le moyen de verser de l'eau pure à la rivière qui recevait ses liquides soi-disant assainis. Néanmoins l'idée a été reprise en sous-ordre, à Lille, par deux chimistes distingués, Ladureau et Jean de Mollins, comme étant applicable à l'épuration des eaux d'égout de Roubaix-Tourcoing, d'un assainissement très difficile, selon A. Ronna (ces eaux renferment surtout des détritus organiques des industries de la laine). Mais les résultats publiés démontrent suffisamment qu'ils consistent bien plus en une clarification qu'en une épuration véritable. Il faut environ 1 kilogramme de chaux par mètre cube d'eau d'égout. J. de Mollins joint à l'action de la chaux celle du sulfate d'alumine ou même celle de la solution d'argile, qui ajoutent aux combinaisons calcaires un « collage » très satisfaisant à l'œil. Les eaux ne sont pas moins toujours très azotées et les résidus sont assez encombrants, assez pauvres à titre d'engrais, pour qu'il n'y ait guère d'avenir à une application en grand de ces essais d'ailleurs méritoires.

Malgré ces résultats et beaucoup d'autres aussi peu encourageants, une commission nommée par le préfet du Nord s'est transportée en Angleterre, en 1885, pour y voir fonctionner le traitement chimique à Leeds, Bradford, Manchester,

Salford, Glasgow, Birmingham. Elle revint convaincue, non pas que le procédé soit efficace, mais que l'on peut obtenir les apparences d'une épuration avec 250 grammes de chaux par mètre cube d'eau. L'expérience démontra immédiatement qu'il faut à peu près décupler la dose pour les eaux de l'Espierre (Roubaix). Néanmoins c'est probablement cette méthode, ou une très approchée, qui va être appliquée en grand dans l'usine actuellement en construction pour épurer l'Espierre, conformément à la volonté formelle de l'État (Décret du 22 février 1887).

L'insuffisance de la chaux a été encore démontrée par les essais faits aux papeteries d'Essonnes, où l'on ne précipitait que 50 p. 100 de l'azote.

Le sulfate d'alumine, employé à Gennevilliers, de 1867 à 1870, par l'ingénieur Le Châtelier, clarifiait, mais n'épurait pas. Il laissait près d'un kilogramme par mètre cube de matières dissoutes et a été abandonné.

Bornons-nous à mentionner le procédé Huet et Gaillet (de Lille), par la chaux et le perchlorure de fer; — le *désinfectant Suvern*, chaux, goudron et chlorure de magnésie; — le *désinfectant de Lenk*, composé, à l'origine, de sulfate d'alumine avec un peu d'alun de potasse, à quoi l'on ajouta plus tard des chlorures de zinc et de fer et de la soude : le *procédé de Knab*, par un phosphate de chaux ferrugineux qui se trouve dans les Ardennes ; — celui de Fournier et Bilange, au phosphate de chaux ; — le procédé de Séguin et de Defosse, qui emploie à peu près tous les réactifs de chacun des autres, au nombre de neuf, et n'en est pas meilleur (Marié-Davy, Bourneville); — enfin les mélanges nouveaux de Donalt, Oppermann, Hulwa.

Notons, en passant, la prétention des inventeurs d'utiliser pour la fabrication du gaz d'éclairage les produits obtenus des eaux d'égout, après précipitation par leur procédé. Ernest Anthony avait déjà, antérieurement, ouvert la perspective de convertir tous les matériaux de déchet en « engrais carbo-azoté-phosphoré » d'une part, en gaz d'éclairage d'autre part. Et tout n'est pas illusion dans cet ordre d'idées. De Holden, à Croix (près de Roubaix), retire par la concentration des premières eaux de lavage des laines qui ont emporté le suint des toisons, puis par calcination, la potasse qu'elles renferment en grande quantité. En laissant déposer dans un bac les liquides épais qui sortent des manipulations de l'atelier, le précipité des matières organiques devient un tourteau d'engrais excellent. Dans les eaux claires décantées, le traitement par l'acide chlorhydrique déplace les acides gras ; il se fait un magma contenant les trois quarts des graisses, desquelles on fabrique des savons, de l'acide stéarique pour bougies, de la graisse de voiture. Un dernier précipité des eaux par la chaux donne encore un engrais. Telle est la voie fort rationnelle que conseille Mille.

Le grand *épurateur chimique*, c'est la chaux. Ni la chaux ni les sels d'alumine, de fer, de magnésie, ne précipitent notablement les matières organiques dissoutes dans les eaux, parce qu'il n'y a pas de combinaisons insolubles de ces agents avec l'azote ammoniacal ni avec la potasse. Le professeur Kœnig (de Münster) conteste formellement l'assertion d'Arnold (de Brunswick), au Congrès des hygiénistes allemands à Breslau, en 1886, que les agents chimiques aient jamais précipité 40 p. 100 du carbone organique et 50 p. 100 de l'azote dissous. Et même, si l'on exagère la proportion de chaux, celle-ci dissout une part des matières organiques en suspension et l'eau en renferme en solution plus après qu'avant. Aussi commence-t-on à ajouter à la chaux (ou à la magnésie) du charbon ou d'autres substances qui l'empêchent d'exercer ce pouvoir dissolvant.

L'eau épurée par la chaux est limpide tant qu'elle renferme de la chaux

en excès. Dès que celle-ci est neutralisée par l'acide carbonique, les bactéries de la putréfaction reparaissent, pullulent et font retourner l'eau à l'état putride. Les recherches de Märckner, Degener, F. Cohn, Weigmann, Kœnig, ont mis le fait en pleine lumière. Telle est l'eau que l'on déclare pure, alors qu'elle contient 30 à 45 milligrammes par litre d'azote organique ou ammoniacal, sans compter la chaux libre et les matières minérales de toute espèce.

L'épuration chimique n'est donc qu'une « ressource de nécessité », tolérable dans de certaines conditions locales, comme la projection aux fleuves. Kœnig conseille avec raison d'épurer avant que les eaux soient envahies par la putréfaction, de ménager la chaux, d'ajouter un sel de fer aux sels terreux employés et surtout d'aérer les eaux, en les étalant en nappes, en les faisant tomber en cascades si l'on dispose d'une certaine pente. Il a même tenté d'en diviser la masse sur des toiles métalliques, dont les mailles multiplient les contacts de l'eau avec l'air.

Selon Pfeiffer (de Wiesbaden), il reste 250,000 bactéries par centimètre cube dans l'eau d'égout après traitement par la chaux. Cette eau, chargée de chaux et quelquefois de fer, est impropre à tous les usages et mortelle aux poissons. Elle ne tarde pas à répandre une mauvaise odeur. Et c'est fort cher.

4. *Traitement mécanique ou mécanico-chimique.* — Les procédés qui appartiennent à cette catégorie opèrent par *décantation* et par *filtration mécanique*. La décantation n'a pas besoin d'être expliquée ; c'est une ressource dont il est très rationnel de se servir. La filtration s'exécute, dans la méthode Punchon, de Brighton, au moyen de cylindres tournant sur leur axe, dans lesquels passe l'eau à purifier; la partie liquide s'échappe par la paroi du cylindre, laquelle est faite d'un tissu poreux, en vertu de la force centrifuge, et la vase s'y comprime par la même force. — Selon le procédé de Walter East, de Kingston, on fait fermenter les eaux-vannes, en y ajoutant au besoin des matières putrides ou de la levûre, comme A. Müller (Berlin) le pratique. Les gaz sont dirigés sur de l'hydrate d'oxyde de fer, pour absorber l'hydrogène sulfuré, et de là dans un foyer. On filtre et le liquide sert à des irrigations.

La ville de Francfort-sur-Mein a établi, sur la rive gauche du Mein, à 16 kilomètres de la ville, des bassins de décantation (*Klärbecken*) très vastes, dans lesquels l'eau est traitée par le sulfate d'alumine et le lait de chaux, puis s'écoule lentement. Les dépôts sont débarrassés de leur eau par des *filtres-presses*.

Un système qui attire l'attention depuis quelques années, parce qu'il fonctionne à Essen avec un certain succès, est celui de Röckner-Rothe. Il réunit le traitement chimique à une sorte de filtration par aspiration, qui constitue son caractère distinctif.

Un cylindre fermé par en haut, ouvert par en bas, d'une hauteur de 7 à 8 mètres et d'un diamètre variable selon les besoins, plonge dans un bassin de 4 à 5 mètres de profondeur, par le fond duquel arrive l'eau à purifier. Pour pénétrer dans le cylindre, celle-ci passe par une sorte de diviseur, composé de lames de bois

en forme de persiennes, qui opère le mélange des corps étrangers. Une pompe aspirante fait le vide par le sommet du cylindre; l'eau s'y élève jusqu'à ce qu'elle atteigne un tuyau de trop-plein, qui s'ouvre à environ 1 mètre au-dessous du sommet. Elle s'écoule par cette conduite jusqu'à un bassin latéral dont le niveau supérieur est un peu au-dessous de celui de l'eau dans le bassin précédent. C'est donc un siphon par lequel l'écoulement continue dès lors, sans qu'il soit nécessaire de faire autre chose que d'enlever à la pompe les gaz qui se dégagent de l'eau dans le cylindre. L'ascension étant très lente, l'eau sale peut précipiter sa vase au fond du bassin, de telle sorte que les nouvelles portions qui passent sont obligées de filtrer de bas en haut à travers ce dépôt. Les inventeurs attachent beaucoup d'importance à cette filtration, qui serait pourtant un sûr moyen de sâlir l'eau, si ce n'était fait d'avance. Leur système peut fonctionner avec ou sans traitement chimique; quand on emploie celui-ci, on peut se borner à des quantités de substance bien inférieures à celles des autres systèmes. L'eau d'égout d'Essen, après avoir passé par cet appareil, s'est montrée débarrassée des matières organiques *en suspension;* mais la proportion des matières dissoutes variait peu et, même, semblait quelquefois augmentée.

Mentionnons seulement l'appareil Nahnsen-Müller, remarquable par un mécanisme ingénieux qui brasse le mélange chimique et le verse automatiquement au fur et à mesure de l'afflux d'eau-vanne, et le système appliqué à Dortmund (Marx), dans lequel le mouvement de l'eau est de haut en bas.

5. *Projection à la mer.* — Cette pratique est celle de Londres, Douvres, Brighton, Portsmouth, Rio-de-Janeiro, Providence, Naples, Barcelone, Marseille, etc. Nice et Cannes l'ont adoptée en principe.

Les eaux-vannes de Londres sont conduites par deux émissaires en aval de Londres, à 22 kil. 5, aux usines de Barking-Creek (Nord) et de Crossness-Point, dont les machines élèvent le *sewage* et le déversent à la Tamise au moment où la marée descendante est en état de l'emporter au large. Ces usines occupent une superficie respectivement de 385 et de 263 ares, et dépensent quelque 300,000 francs par an, chacune.

Or, il y a là pour 40 millions de francs d'engrais à jamais perdu. L'obligation d'attendre la marée entraîne des réservoirs énormes et un collectionnement, au moins provisoire, des immondices. Enfin, ce qui est plus grave, la marée montante reprend les immondices flottantes et même la vase et les ramène, bien au dessus des bouches de déversement, jusqu'en ville.

Cette action de reflux, dans d'autres villes, étale les immondices le long du rivage, sur une longueur variable. Elle fait fuir les baigneurs des stations balnéaires maritimes, comme les pêcheurs ont déserté l'embouchure de la Tamise, où ils faisaient autrefois de riches captures. C. Aird condamne à bon droit le déversement à la mer, et plusieurs cités qui en étaient affligées ont résolu de changer de méthode. Londres songerait à épurer chimiquement ses eaux et à transporter à 75 kilomètres au large les gâteaux de vase sortant des filtres-presses, sur un bateau du prix de 400,000 francs. L'exploitation coûterait un million de francs par année. Cette solution est désavouée d'avance, par Corfield et Frankland.

Quelques ingénieurs ont songé aussi à porter les eaux de Paris à l'Océan (Passedoit, Dubrunfaut, Wazon); mais avec la pensée de les laisser en route,

comme engrais. Sous cette condition, nous n'y voyons pas d'inconvénient.

6. *Déversement aux cours d'eau.* — De temps immémorial, les habitants des villes ont pris les cours d'eau pour des égouts ou des collecteurs donnés par la nature. Un grand nombre de cités modernes appliquent encore cette méthode et désirent ne pas en changer. Glasgow déverse ses eaux dans la Clyde, New-York dans l'Hudson, Cologne dans le Rhin, Breslau dans l'Oder, Hambourg dans l'Elbe, Vienne dans le Danube, Genève et Lyon dans le Rhône. Il n'y a pas longtemps que Francfort s'est mis à épurer ses eaux-vannes avant de les projeter dans le Mein, où l'on voyait les matières stercorales flotter à la surface jusqu'à une grande distance. Munich s'efforce de conserver l'habitude d'envoyer ses eaux à l'Isar. Lille a converti la Deule en collecteur, Reims la Vesle, Roubaix-Tourcoing l'Espierre, comme Barmen-Elberfeld la Wupper. Et, par toute la France, comme dans le monde entier, les petites villes n'en font pas d'autres à l'égard de la rivière qui les traverse. Paris a des égouts, dans les *îles*, qui se déchargent simplement dans la Seine, puisqu'il n'y a pas de collecteur dans cette zone. En outre, les collecteurs versent au fleuve, à Clichy et à Saint-Denis, tout ce qui ne peut se rendre aux champs d'irrigation si restreints de Gennevilliers.

Il y a plusieurs excuses à cette coutume, fâcheuse en soi. 1° C'est très commode ; 2° ce n'est pas positivement dangereux quand le volume de l'eau du fleuve assure une dilution extrême et que le débit du cours d'eau prévient toute stagnation ; 3° la puissance d'*assainissement spontané* des eaux courantes est une garantie que les dangers de cette pratique disparaîtront à courte échéance (Voy. p. 152).

L'eau d'égout de Breslau (250,000 habitants) serait étendue moyennement dans 148 fois son volume de l'eau de l'Oder; celle de Munich (200,000 habitants) est diluée dans 85 à 144 parties d'eau de l'Isar, d'ailleurs rapide à ce niveau (1 mètre par seconde); l'eau des égouts de Cologne (150,000 habitants) tombe dans 3,663 fois autant d'eau du Rhin, ce qui met celle-ci au taux de 10 milligrammes d'eau d'égout par litre ! Enfin le Mein, à Francfort, offre aux égouts de la ville à peu près 1,000 fois leur volume d'eau. Certes, Londres n'était pas à comparer avec ces villes lorsqu'elle déversait directement les immondices de 3 à 4 millions d'habitants dans la Tamise, qui débite trois fois et demie moins que le Mein à Francfort. Londres a dû changer sa pratique, mais son exemple ne prouve pas que Cologne doive absolument faire de même. Celle-ci a un fleuve qui fait passer sous ses murs 82 millions de mètres cubes d'eau par jour; l'autre en voit couler à peine 2 millions.

L'Angleterre a fait officiellement rechercher l'état de la pollution des rivières et les moyens d'y remédier. Une première *rivers pollution Commission*, composée de de Rawlinson, Harrisson, Way (1865); puis une seconde (1868), qui avait pour membres Denison, Frankland et Chalmers Morton ; enfin, la commission du *local government Board* (1875), avec Rawlinson, Clare Sewel Read et Smith, révélèrent une situation véritablement grave et provoquèrent la loi du 15 août : *the rivers pollution prevention Act*, qui pose formellement l'interdiction de jeter aux cours d'eau les matières solides, les eaux d'égout, les résidus solides et liquides des

usines et des mines, et qui charge le *local government Board* de surveiller l'exécution de la loi.

Il ne manque pas, en Allemagne, de prescriptions contre la pollution des rivières; mais les hygiénistes du pays ont prétendu, avec raison, faire passer par le contrôle scientifique la légitimité de ces lois et leur imposer les distinctions opportunes. En 1876, à Düsseldorf, dans la réunion de l'Association allemande d'hygiène publique, les ingénieurs Dünkelberg (de Bonn) et Bürkli-Ziegler (de Zurich) proposaient à l'assemblée la *These* suivante : « Le déversement direct de l'eau d'égout des villes dans les eaux courantes, que l'égout reçoive ou non la totalité des excréments humains, doit être régulièrement interdit au nom de la santé publique, ou très exceptionnellement admis pour des cours d'eau d'un débit considérable. On se réglera d'après le fait que le déversement d'eau impure dans le bassin du fleuve, en se prolongeant, aura fait passer des inconvénients à peine sensibles à l'état de préjudices réels. Dans tous les cas, cette déperdition de l'eau d'égout est le fait d'une mauvaise économie et nuit aux intérêts agricoles aussi bien qu'à ceux de la cité.» Cette thèse fut acceptée, mais avec le correctif d'une seconde qui exprimait la nécessité de recherches nouvelles sur la nocivité de la souillure fluviale, les conditions et l'étendue dans lesquelles elle s'exerçait.

La haute administration sanitaire de l'Empire parut n'avoir remarqué que la première de ces proprositions. Dans l'année qui suivit, un avis émané de la *députation scientifique du Ministère médical* concluait à l'interdiction du déversement des eaux d'égout dans les fleuves, en visant spécialement Cologne et Francfort-sur-le-Mein, très occupées en ce moment même de compléter leur réseau d'égout et d'y relier toutes les maisons. Cet avis produisit quelque émotion chez les hygiénistes allemands ; les rapports du professeur Baumeister (de Carlsruhe) et du docteur Lent (de Cologne), à la réunion de Nuremberg en 1877, expriment très nettement le regret qu'une pareille consultation ait été donnée sans que l'on ait procédé à l'enquête que l'Association avait regardée comme nécessaire. Dans l'esprit des rapporteurs, la souillure des fleuves, même par les eaux d'égout, n'a pas les dangers qu'on lui a supposés un peu *à priori*.

Les poissons eux-mêmes ne courent pas les risques que l'on pourrait croire (voy. p. 157). Pour ce qui est de l'homme, les expériences d'Emmerich prouvent l'innocuité par voie gastrique du *poison putride* suffisamment dilué ; et, quant aux germes morbides, c'est-à-dire quant aux bactéries pathogènes, on n'est pas aussi convaincu, en Allemagne, que quelques-uns en France de leur aptitude à se multiplier dans l'eau fluviale, fût-elle souillée de déjections.

En somme, il a bien paru, à la réunion des hygiénistes allemands à Breslau, en 1886, que la question n'avait pas fait un pas depuis la réunion de Düsseldorf, puisque l'assemblée adopta la « thèse » suivante, dont les termes sont assez significatifs et qui avait été libellée par Becker, maire de Cologne, et Stübben architecte de la ville.

3. L'épuration des eaux urbaines avant leur déversement dans les cours d'eau est toujours à rechercher. Toutefois, dans l'état actuel de la technique et en présence des frais considérables qu'entraîne tout système d'épuration, on ne doit imposer cette pratique que dans le cas où des dangers sanitaires sont à redouter, ou lorsque des inconvénients sérieux d'une nature quelconque se font sentir, et dans les limites strictement nécessaires pour faire cesser ces dangers.

Il y a, paraît-il, une commission composée de membres du gouvernement prussien et de savants de l'*Office sanitaire allemand*, qui doit étudier cette situation au point de vue chimique et bactériologique.

Nous ne pouvons pas ne pas faire remarquer que les cours d'eau du Nord sont de ridicules filets, comparés à ceux dont il vient d'être question, tout en étant obligés de recevoir les eaux de villes industrielles considérables. La Lys ne débite que 4 mètres cubes à l'étiage, la Deule 2 mètres cubes, la Marque $0^{mc},150$; tout en recevant des industries du Nord les eaux de condensation des machines, de teinturerie, de dégraissage de laines, etc. L'Escaut est forcé d'admettre, en Belgique, où les riverains protestent, l'Espierre, prolongement du Trichon, aboutissant infect des égouts de Roubaix-Tourcoing, renfermant par mètre cube 71 grammes d'azote, 135 grammes de sels solubles, 3,300 grammes de matières en suspension (Un décret du gouvernement français a dû intervenir pour imposer l'épuration de ce ruisseau abominable et rassurer les Belges).

Dans Paris, la Seine reçoit directement 15,000 à 20,000 mètres cubes d'eau des égouts des îles ; sous Paris, un cube que l'ingénieur Mille évalue à 325,000 mètres cubes par jour, renfermant les vidanges diluées de 22,000 tinettes filtres. La plupart des ingénieurs assurent que cette masse représente les deux tiers de la vidange parisienne. Or, la Seine, à ses bas niveaux, peut ne débiter que 45 mètres cubes à la seconde : d'où il suit, au calcul de Gérardin, que l'eau d'égout peut n'y être diluée que dans la proportion de 1 sur 13. Et le fleuve n'y reçoit pas d'affluent important, hors de Paris, avant l'Oise, qui en est encore à 71 kilomètres. Ce n'est aujourd'hui qu'à Mantes (109 kilomètres) que l'eau de Seine reprend à peu près son titre oxymétrique normal, 9 centimètres cubes par litre (Gérardin).

La figure 206 indique graphiquement la pollution de la Seine, telle que Durand-Claye la décrivait en 1876. On y remarquera le passage de droite à gauche des vases entre Saint-Denis et Marly. Depuis cette époque, et malgré l'utilisation de 20 millions de mètres cubes d'eau d'égout par an à Gennevilliers, la pollution du fleuve n'a pas diminué, ainsi qu'il a déjà été dit. C'est plutôt le contraire. G. Daremberg décrit comme il suit sa physionomie extérieure entre Asnières et Saint-Denis : « Ce spectacle est révoltant pour la vue et l'odorat... ; les matières solides du collecteur (d'Asnières) vont s'amasser sur la rive droite de la Seine et forment une presqu'île qui obstrue la moitié de son lit. Un peu plus en aval est l'égout des machines destinées à envoyer une faible partie des eaux d'égout à Gennevilliers; un peu plus loin sont encore deux autres bouches de branchement d'égout. A ce niveau, le petit bras de la Seine ressemble véritablement à une fosse d'aisances. Sur la surface de l'eau noire flotte une mousse blanchâtre, sans cesse remuée par d'énormes bulles de gaz qui ramènent du fond de grosses masses de vases agglomérées... Si l'on descend la Seine, on voit à chaque instant sur le bord des amas de vase ou de matières grasses parsemées de vieux bouchons et de chiens morts. » Quelques mètres plus bas, les eaux des usines, de fabriques de colle, de produits chimiques, etc., complètent l'infection et l'encombrement putride. A Saint-Denis, c'est le collecteur départemental. »

Nous avons dit antérieurement (page 157) toutes les conséquences graves qui résultent pour l'hygiène de la pollution des fleuves. Si l'on réfléchit que

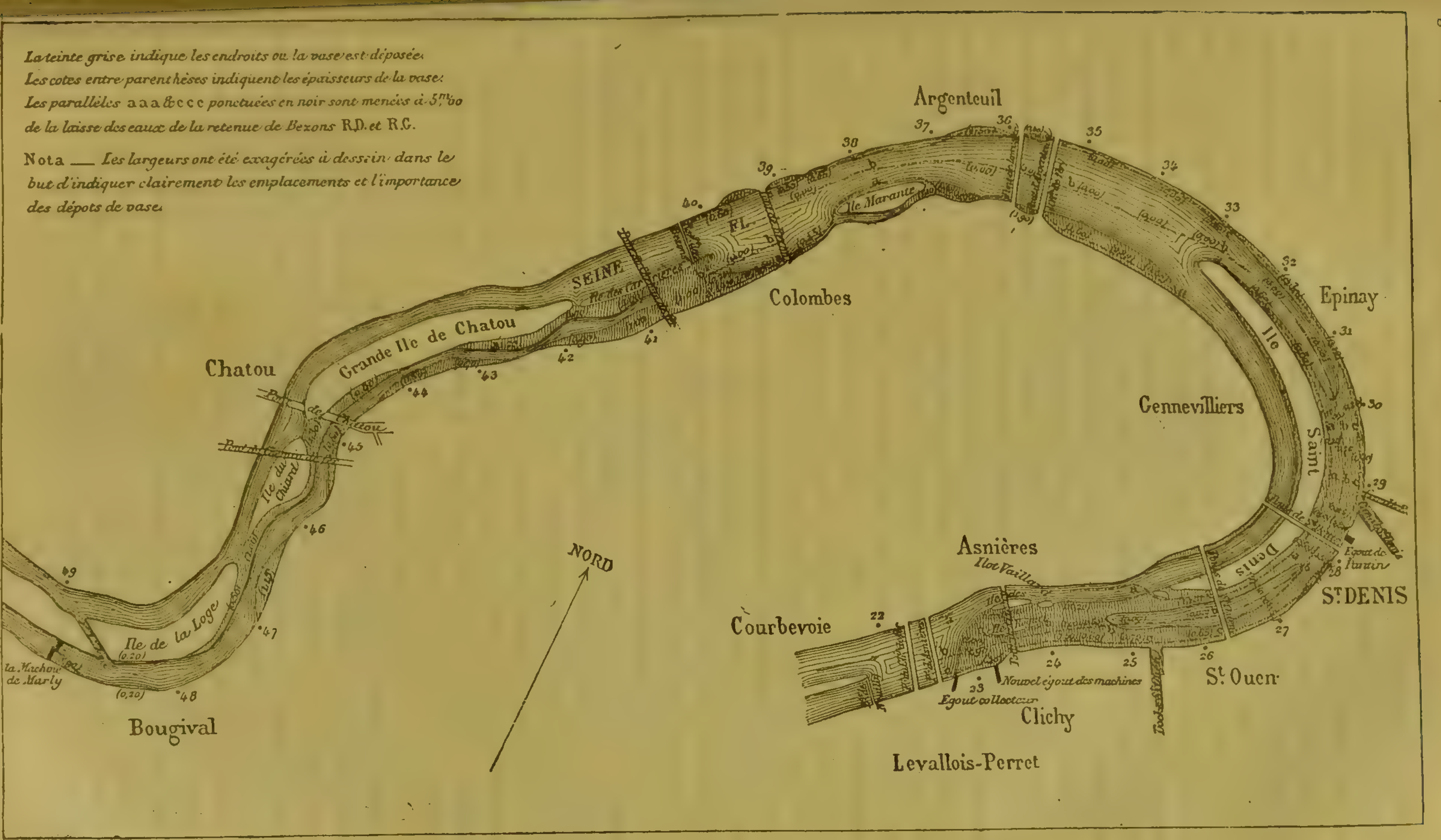


Fig. 206. — *La Seine, de Clichy à Bougival.*

la Seine alimente d'eau des milliers de riverains en aval et que, d'ailleurs, déjà souillée avant son entrée dans Paris, par des déjections fécales et industrielles, elle abreuve une forte part de la population de la métropole, on ne pourra qu'accepter pour elle le sens général de la formule votée par l'Académie de médecine, sur la proposition de Brouardel, et interdisant la projection de matières fécales humaines dans les eaux de source, *de rivière ou de fleuve.*

7. *Épuration par le sol.* — Il y a deux procédés d'épuration par le sol, la *filtration* et l'*irrigation.* L'un et l'autre reposent sur les propriétés oxydantes et assainissantes du sol, que nous avons reconnues précédemment (page 98). Seulement l'irrigation implique l'*utilisation agricole;* la filtration ne s'en préoccupe pas d'abord et n'y atteint qu'accessoirement.

a. La *filtration* met en jeu, pour une part, l'action mécanique du sol, — que l'irrigation, du reste, utilise aussi et nécessairement; mais elle pousse à ses plus extrêmes limites le parti que l'on peut tirer du rôle des microorganismes nitrificateurs. On fait absorber le plus grand volume possible d'eaux-vannes à la surface de terrain la moins grande possible. On ne sème ni ne plante rien sur ce terrain, tant qu'il est affecté à la filtration ; ce n'est que plus tard, quand il n'absorbe plus et qu'on l'abandonne comme filtre, que l'on en obtient des récoltes, naturellement très riches.

Le sol doit être préalablement *drainé* et, d'ailleurs, convenablement choisi. Frankland, qui a inventé le système, appliqué pour la première fois par Bailey-Denton, recommande en première ligne une marne molle, renfermant de l'hydrate d'oxyde de fer et de l'alumine. Un sable demi-fin, en couches sèches, viendrait après. Le sol argileux, peu perméable, ne convient pas; d'autant moins qu'il se crevasse par la sécheresse et pourrait laisser passer l'eau-vanne sans filtration aucune. La couche filtrante doit avoir 2 mètres d'épaisseur environ, et l'eau qui en sort doit pouvoir s'écouler par une pente naturelle vers le cours d'eau voisin — auquel il ne faudra pas emprunter, toutefois, l'eau de boisson. — Robinson a fait remarquer que le sol argileux *grillé* devient apte à la filtration. Nous croyons même qu'il l'est sans cela, à moins qu'il ne s'agisse d'argile plastique.

La filtration doit être *intermittente.*

En Angleterre, dit Knauff (partisan de la méthode, d'ailleurs à peu près inconnue en Allemagne), un certain nombre de villes font absorber leurs eaux-vannes, par filtration intermittente, à un sol drainé à 1^{m},30 ou $1^{m}50$ de profondeur, à raison d'un hectare pour 2,500 habitants en moyenne Le terrain est divisé en quatre parts dont chacune reçoit l'eau pendant six heures sur vingt-quatre. Les villes citées sont Merthyr-Tydfil (qui paraît, toutefois, être entrée dans la pratique de l'irrigation), Kendal, Abingdon, Forfar (3,300 habitants par hectare; c'est le chiffre maximum); Halstead (660 habitants par hectare; c'est le chiffre le plus bas), Barnsley, Hitchin, Oakham, Earlsdon, Radford, Walton, Dewsbury, Withington, Watford.

Lorsqu'un terrain est suffisamment imprégné, il n'absorbe plus et on le

livre à la culture. Si l'on voulait retarder le moment où l'emmagasinement des matières minérales empêche l'oxydation de nouvelles portions d'immondices, il faudrait à la filtration, fait remarquer Weigmann, plus de terrain qu'à l'irrigation, puisque la végétation n'aide point à la première; ce qui est le contraire du but. Quant à l'efficacité de la méthode au point de vue de la pureté de l'eau sortant des drains, Knauff rapporte une analyse d'après laquelle les eaux des villes anglaises seraient au moins aussi pures que celles qui sortent des champs d'irrigation de Breslau et de Berlin. Nous ne la reproduirons pas, parce qu'il y manque la comparaison des eaux *avant* la filtration, d'un côté, l'irrigation de l'autre.

A Birmingham, on utilise les eaux-vannes préalablement traitées par l'épuration chimique, à des irrigations *par submersion*, avec intention de rendement agricole, sur la ferme de Tyburn (500 hectares). On rattache quelquefois à la filtration cette pratique, qui ne lui appartient guères. La conclusion que l'on en tire serait, du reste, peu en faveur de la filtration, puisqu'elle consiste à établir en règle le traitement chimique préalable, c'est-à-dire à doubler les opérations.

b. L'irrigation, non systématisée toutefois, est une très vieille coutume. En Chine, en Espagne, dans les Flandres, on répand journellement les matières excrémentitielles sur les terres en cultures et même les jardins intra-urbains, par des procédés qui ne sont, d'ailleurs, pas à recommander. Depuis l'époque de la victoire de Legnano (1176), les *marcites* de Milan (150,000 hab.) reçoivent, par le canal de la Vettabia, l'intégralité des eaux d'égout de la ville. Ces eaux ruissellent à la surface des marcites, même durant l'hiver et quand les prairies environnantes sont couvertes de neige. L'excédent rejoint la rivière Lambro. On suspend l'arrosage huit jours avant la coupe de l'herbe, qui a lieu six fois par an (Marié-Davy).

La ville d'Édimbourg, de temps immémorial, déverse disgracieusement les eaux d'égout de ses quartiers ouest et sud dans le golfe de Forth. Les cultivateurs des fermes de Loch-End et de Craigentinny en ont dérivé ce qu'il leur en fallait pour irriguer une centaine d'hectares, en prairies surtout, sans s'imposer, du reste, de règles spéciales, mais avec un profit certain.

Aujourd'hui, l'irrigation est régularisée. Elle a toujours pour but l'utilisation agricole et comporte les conditions suivantes :

1° Le *choix du terrain*, qui doit être poreux, en pente légère, avec une nappe souterraine à 2 mètres de profondeur minima. Le sable (Berlin, Danzig, Gennevilliers) est excellent, surtout s'il est un peu ferrugineux (Hoppe-Seyler). Mais des terrains légers d'une autre nature, la craie et même les argiles sablonneuses, se prêtent encore à l'irrigation. Elle est plus lente, mais aussi plus parfaite.

2° La *préparation du terrain* (*Aptirung*), qui consiste à uniformiser le niveau et les pentes du sol; à le *drainer*, à le diviser à l'infini par des rigoles méthodiquement tracées, à l'entourer de canaux d'évacuation des eaux épurées. En effet, il faut faire pénétrer par le fond et les talus de ces rigoles l'eau qui fournit à la végétation des légumes et autres plantes

analogues. Cependant, on peut traiter les prairies, après la coupe de l'herbe, par la submersion, ou mieux le *ruissellement* (*Rieselfelder*). A Berlin, on a même usé, pendant quelque temps, de grands bassins de retenue (*Staubassins*), ou mieux d'absorption, dans lesquels on mettait, pendant l'hiver, une certaine épaisseur d'eau qui disparaissait par infiltration dans le sol et par l'évaporation. Cette mauvaise méthode et abandonnée.

3° La *proportionnalité de la surface irriguée au chiffre des habitants*, qui varie un peu, comme on pense, avec la nature du sol et la richesse de l'eau d'égout. Les quantités d'eau-vanne, que le sol peut épurer, sont de 8 à 10,000 mètres cubes par hectares et par an, dans les *sewage-farms* anglaises; mais on peut aller plus loin, dans des circonstances favorables; 24,000^{mc} à Danzig, 50,000^{mc} à Gennevilliers, et même, selon Frankland, Schlœsing, Marié-Davy, 100,000^{mc} et davantage. On verse au sol, par hectare et par an, les excrétions de 260 habitants en moyenne dans 44 villes anglaises, de 270 à Berlin, 450 à Breslau, 470 à Danzig, 750 à Badford, 870 à Édimbourg, et, si Paris ne dispose que de 2,000 hectares, il devra faire absorber à 1 hectare le produit de 1,000 personnes au moins.

4° L'*intermittence de l'irrigation* et l'*aération du sol*. — Nous savons (voy. p. 98 et suiv.) que la transformation des immondices dans le sol est l'œuvre des microorganismes et principalement des organismes nitrificateurs, *aérobies*. Telle est la saison pour laquelle il faut éviter d'intercepter, d'une façon continue ou trop prolongée, l'accès de l'air par le déversement d'eau-vanne et rendre au sol, par le soc et la bêche, la perméabilité à l'air, qui lui est indispensable pour l'existence des microorganismes. A Berlin, il y a douze arrosages par hectare et par an, de 1,119 mètres cubes par hectare chacun.

Pour la même raison, l'eau d'égout ne doit pas être concentrée. Le cube d'eau journalier des 17,495 maisons (sur 19,193) de Berlin, actuellement reliées au système radial, est de 112,914^{mc}, c'est-à-dire environ 100 litres par habitant.

5° La *culture de plantes appropriées*. — Les *prairies* (de *ray-grass* principalement) sont commodes, parce que l'on peut y pratiquer le simple ruissellement cinq ou six fois dans l'année. Mais l'on cultive également bien les céréales, le blé, la betterave, le chanvre, la chicorée, le colza, les arbres fruitiers, comme à Berlin; les fleurs, comme à Danzig; les fleurs et les légumes, comme à Paris. Le terrain est préparé en conséquence, et ce sont les procédés de l'horticulture qui s'accommodent le mieux de la distribution en *raies* et *sillons*, si propices à la méthode.

La végétation allège d'une façon considérable l'*absorption* par le sol. Selon Kœnig et Weigmann, la diminution des matières minérales, dans l'eau sortant des drains, est plus grande dans la saison chaude, avec une végétation vigoureuse, même en un terrain maigre, que sur un terrain riche pendant la saison froide, avec peu de végétation. Il peut même y avoir une augmentation des matières dissoutes, à l'époque où la végétation sommeille.

Toutefois, l'on a fait la réflexion, autant dire l'objection, que les plantes

sont loin d'avoir besoin des éléments minéraux dans la même proportion qu'ils sont contenus dans les eaux d'égout. Heyden a fait la comparaison suivante entre la consommation des plantes et la constitution des eaux d'égout (en rapportant les éléments à 100 d'azote) :

RAPPORTS.	AZOTE.	ACIDE phosphorique	POTASSE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	ACIDE sulfurique.	CHLORE.
Substances nourricières empruntées au sol par les plantes	100	48	140	49	22	18	55
Les mêmes éléments dans les eaux d'égout	100	26	45	120	25	30	125

Si donc l'on ne fournit aux plantes des champs irrigués que l'eau nécessaire pour représenter l'azote dont elles ont besoin, elles n'auront pas assez de potasse ni d'acide phosphorique. Qu'au contraire, on couvre le déficit en potasse et en acide phosphorique, il y aura trop d'azote, et l'excès de celui-ci s'en ira en ammoniaque, en nitrates et nitrites, ou encore sous forme d'azote organique combiné.

On admettra sans peine que, s'il y a là une perte d'engrais, l'hygiène s'en console, en songeant que les nitrites et nitrates, l'acide phosphorique et la potasse, qui peuvent se trouver en excès dans l'eau du drainage des champs irrigués, comme l'a démontré A. Müller, ne sont plus des matières *toxiques* dans l'eau des fleuves, où se dilue l'eau de drainage ; encore moins des matières *infectieuses*. Tous les hygiénistes qui sont allés à Berlin ont bu un verre de l'eau des drains d'Osdorf.

Du reste, même en agriculture, il ne faut pas se fier par trop à la théorie. On se trouve bien, dans les *Rieselfelder* de Berlin, d'étendre de la chaux en poudre sur les champs irrigués, alors que l'eau d'égout en a déjà trop.

Ajoutons que les racines des plantes aident l'eau à descendre dans la profondeur du sol et que leurs feuilles l'évaporent énergiquement.

Effets de l'irrigation. — On a déjà soupçonné le sens de l'épuration qui s'opère dans le sol. Marié-Davy a reconnu que cette épuration ne laisse que 6 grammes d'azote organique sur 2,262 grammes introduits (0,265 p. 100) et 11 grammes d'azote ammoniacal sur 10,597 (0,103 p. 100). A Danzig, d'après Helm, les matières organiques sont réduites de 19,4 (pour 100,000 parties) à 8,5, et les matières en suspension de 35,6 à 1,4.

Le tableau ci-après, de Frankland, compare entre elles les diverses opérations d'épuration :

ÉPURATION.	POUR 100 DE MATIÈRES ORGANIQUES l'eau en perd (ou le sol en retient) : Carbone organique.	Azote organique.	POUR 100 de MATIÈRES ORGANIQUES suspendues l'eau en perd :
A. — *Par le traitement chimique.*			
Résultat le plus satisfaisant	50,1	65,8	100
— le plus défavorable	3,4	»	59,6
Moyenne	28,4	36,6	89,6
B. — *Par filtration ascendante.*			
Résultat le plus satisfaisant	50,7	65,5	100
— le plus défavorable	0,6	12,4	100
Moyenne	26,3	43,7	100
C. — *Par filtration descendante.*			
Résultat le plus satisfaisant	88,5	97,5	100
— le plus défavorable	32,8	43,7	100
Moyenne	72,8	87,6	100
D. — *Par l'irrigation.*			
Résultat le plus satisfaisant	91,8	97,4	100
— le plus défavorable	42,7	44,1	84,9
Moyenne	68,6	81,7	97,7

En ce qui concerne les résultats de l'irrigation, considérée d'une façon absolue, nous avons reproduit ailleurs (*Revue d'hygiène*, 1888) le tableau ci-dessous de Weigmann, qui résume les analyses de Klopsch, à Breslau, et de Salkowsky, à Berlin.

ÉLÉMENTS CONSTITUANTS.	BRESLAU. EAUX-VANNES.	BRESLAU. EAU DES DRAINS.	BERLIN. EAUX-VANNES.	BERLIN. EAU DES DRAINS.
	mgr.	mgr.	mgr.	mgr.
Résidu après évaporation	1161,5	561,5	850,0	847,9
— calcination	650,6	461,4	562,4	732,9
Perte au rouge	510,9	100,1	292,1	109,9
Azote à l'état de Ammoniaque libre	56,6	3,0	77,9	2,9
Azote à l'état de — albuminoïde	38,0	0,8	9,4	0,5
Azote à l'état de Acide nitrique	»	24,8	traces.	28,2
Azote à l'état de — nitreux	»	1,8	traces.	31,6
Azote total	94,6	30,5	87,3	4,1
Oxygène consommé par les matières organiques	»	29,4	50,9	81,8
Acide sulfurique	67,4	80,8	27,1	145,6
Chlore	130,7	97,3	167,5	traces.
Acide phosphorique	23,1	traces.	18,5	traces.
Potasse	60,4	15,8	79,6	21,1
Soude	115,6	95,6	142,7	170,1
Chaux	77,8	102,7	107,5	167,8
Magnésie	21,8	19,1	20,8	21,5
Oxyde de fer	4,33	0,90	»	»
Acide carbonique	»	286,5	»	»

Il est à peine utile de faire remarquer que le caractère capital de ces analyses est la grande richesse en ammoniaque et l'extrême pauvreté en nitrates et nitrites des eaux-vannes, tandis que l'ammoniaque disparaît, au contraire, à peu près, des eaux de drainage pour être remplacée par une haute proportion de nitrates et de nitrites. Le chlore diminue peu, comme il fallait s'y attendre. Quant à la chaux, elle augmente ; d'où il faut

conclure à une action de lavage des eaux-vannes sur cet élément du sol.

Dans tous les cas, on peut rendre sans crainte les eaux ainsi épurées à l'Oder (Breslau), à la Sprée et à la Havel (Berlin), à la Seine.

Pour ce qui regarde l'analyse *bactériologique*, Miquel trouvait 48,000 microbes par litre dans l'eau des drains d'Asnières, moins que dans l'eau de pluie et beaucoup moins que dans l'eau de la Vanne, au bassin de Montrouge. R. Koch obtint 87,000 colonies par centimètre cube de l'eau du canal d'évacuation d'Osdorf, presque trois fois autant que dans l'eau du lac de Rummelsbourg. Mais l'eau-vanne en fournissait 38 milliards avant de passer par les champs d'irrigation. Une analyse qui se trouve dans le *Rapport de la commission de canalisation* de Berlin pour 1886 indique : 3,000 germes par centimètre cube dans l'eau sortant des *prairies;* de 8,500 à 20,160 dans celle des *planches*.

Nous pouvons joindre à ces considérations, qui relèvent plus étroitement de l'hygiène, celle des *produits* de l'exploitation agricole des terres consacrées à l'irrigation. A Danzig, au témoignage de Lissauer, près des quatre cinquièmes sont affermés aux habitants des villages de Heubude et de Weichselmünde, qui en vivent dans l'aisance et la santé. Ce qui se louait 1 franc vaut aujourd'hui 5 fr. 10. Un horticulteur de profession y fait croître des légumes, qu'il vend en ville, et des fleurs, qu'il expédie à Paris et en Amérique, à l'état de fleurs naturelles sèches. Berlin a gardé, sauf 234 hectares affermés, l'exploitation de ces champs d'irrigation. L'administration municipale possède, sur ces domaines, 229 chevaux, 431 bœufs, 250 vaches, 663 moutons. Elle approvisionne la ville d'un lait excellent. Son froment fait prime sur le marché. Elle a une distillerie à Blankenfelde. Bref, elle fait 4,603,499 francs de recettes sur 7,136,523 francs de dépenses pour tous les services. A ne compter que l'exploitation des champs d'irrigation eux-mêmes, il y a un bénéfice positif, payant 0,25 p. 100 de l'intérêt du capital de premier établissement. Même sans en tenir compte, la vidange intégrale de Berlin ne coûte pas plus de 0 fr. 75 par tête et par an (Marggraff). A Breslau, elle revient à 1 fr. 56 (Arnold). La grève de Gennevilliers, qui se louait autrefois de 90 à 150 francs l'hectare, a une valeur locative de 450 à 500 francs et se vend de 10 à 12,000 francs (Bourneville). Le produit brut, obtenu à l'hectare, varie entre 3,000 et 10,000 francs. Quelques personnes, opposées à l'assainissement par le tout à l'égout et l'épuration agricole, affirment de temps en temps que « les légumes produits par ce sol surchargé d'eau infecte sont mauvais au goût et que les fourrages offerts aux bestiaux ne sont pas nutritifs et sont repoussés par les animaux. » En attendant, les légumes de Gennevilliers sont avantageusement vendus tant aux halles qu'aux marchés des environs, et ils remportent les premières récompenses aux expositions horticoles de Paris et même de Seine-et-Oise, ce département dont les députés dépensent tant d'éloquence contre l'assainissement de Paris, auquel ils ont pourtant quelque intérêt. Près de 800 vaches sont nourries à l'aide des herbes et des plantes irriguées. D'ailleurs le fond de la question se juge par ce fait que, sans l'*engrais humain*, l'agriculture du département du Nord, si im-

portante et si développée, tomberait immédiatement à rien, ainsi que la culture maraîchère. Il ne se mange pas un radis, pas une salade, il ne se respire pas une rose dans la région, qui n'ait reçu sa part plus ou moins large de matière fécale. Les fraises obtenues par ce système sont belles, savoureuses et parfumées; malgré le conseil de certains croyants, on ne les fait pas cuire, et les Lillois, qui en mangent beaucoup, n'ont pas trop la fièvre typhoïde.

Influence sanitaire de la pratique des irrigations. — Nous venons déjà de toucher à cet ordre d'idées, dans les lignes qui précèdent. L'irrigation est salutaire pour la ville qui en use, puisqu'elle la débarrasse de ses excrétions et lui rend des aliments de bonne qualité. Les autres aspects regardent la santé des habitants voisins des champs d'irrigation et la santé des ouvriers qui y sont employés.

a. La santé des habitants du village de Heubude, dit Lissauer (Danzig), s'est notablement élevée depuis qu'on fait des irrigations sur son domaine; la mortalité y est tombée de 4,89 p. 100 à 3,52.

On choisit d'ordinaire, pour y déverser les torrents d'eaux sales que vomissent les égouts des villes, des terrains pauvres, un sable aride et nu, une dune, comme à Danzig, des landes comme à Berlin. Régulièrement l'irrigation transforme en oasis ces terrains désolés. Tous les visiteurs sont frappés, comme nous l'avons été, de l'aspect frais et riant du domaine d'Osdorf, au milieu de cette zone inculte et infertile qui environne Berlin. Aussi les maisons de campagne se pressent-elles autour de ce bouquet de verdure. L'école des Cadets de Lichterfeld borde le domaine d'Osdorf, comme les terres de Craigentinny entourent un asile d'enfants et avoisinent des casernes, où l'on se porte tout aussi bien que dans d'autres établissements congénères. Littlejohn lui-même a reconnu que les quartiers d'Édimbourg situés sous le vent de la ferme ne sont pas plus maltraités que les autres par la fièvre typhoïde ou le choléra. A Norvood et à Croydon, la mortalité est tombée au chiffre idéal de 12 p. 1,000 (1880) depuis les irrigations. La population de Gennevilliers est montée de 2,186 habitants, en 1869, à 4,443 (1er janvier 1886). La mortalité, qui était de 32 p. 1,000 en 1865, est devenue 25 p. 1,000 en 1876 et 22 p. 1,000 en 1882. La commune n'a pas eu la *fièvre typhoïde* depuis longtemps; elle a échappé au *choléra*, en 1884; la *fièvre intermittente* y est très rare, aussi bien que dans les communes plus éloignées, où l'on n'irrigue pas. Spécialement, on n'y voit jamais de *charbon* ni de *septicémie*.

b. La ville de Berlin occupe, sur ses champs d'irrigations, les vagabonds ramassés par la police et se déclarant sans ouvrage (on pourrait rendre à Paris un signalé service par le même procédé); on les paye 10 pfennings (0 fr. 125), on les nourrit et on les loge dans des baraques. On y emploie aussi les libérés de prison, au lieu de les envoyer à l'*Arbeithaus*. Ceux-ci se marient souvent et restent sur les domaines. En tout, il y a là plus de 1,500 personnes, parmi lesquelles se trouvent des femmes et des enfants. Or, en 1885, cette population ne fournit que 451 malades et 20 décès (soit de 13 à 15 p. 1,000). A Gennevilliers, pendant l'été, il y a toujours sur

les champs d'irrigation 1,600 à 1,700 personnes, qui s'y portent bien.

Objections. — 1° *On ne peut pas irriguer sur tous les terrains.* — C'est exact. Cependant, les ressources du sol sont plus grandes qu'on ne le croirait à première vue. Les expériences de Jean de Mollins et de divers industriels du Nord prouvent que l'on peut irriguer dans ce pays, où la terre est argileuse et où Ladureau déclarait, il y a une dizaine d'années, que l'irrigation est impossible.

2° *Le sol se sature, perd ses propriétés comburantes, et il faut élargir indéfiniment la surface des champs d'irrigation.* — C'est une supposition gratuite et dont les procédés scientifiques, basés sur des expériences bien faites, rendront la réalisation impossible. A cet égard, il ne faut pas raisonner rigoureusement d'après l'exemple de Berlin, qui affecte un hectare aux déjections de 270 habitants ; en effet, l'épaisseur de la couche filtrante est faible dans ces terrains, souvent au-dessous de 2 mètres, et il faut y suppléer par l'extension en surface.

3° *On ne saurait irriguer pendant l'hiver, ni sous les climats brumeux.* — Cette objection est aussi malheureuse que possible, en présence des résultats de deux ou trois villes qui n'ont point le climat de la Provence, Danzig, Breslau, Berlin, et qui sont les premières à avoir adopté sur le continent la méthode anglaise. On sait, d'ailleurs, que l'eau d'égout, même en hiver, est à 5 ou 6 degrés au-dessus de zéro et ne gèle que difficilement. Sans doute il est impossible de la faire ruisseler sur les prairies, où elle ferait probablement tort à l'herbe dont les tiges sont gelées; mais elle passe sans inconvénient dans les rigoles et peut même entretenir la végétation des légumes sur le dos-d'âne des sillons. On ne s'arrête pas, en hiver, à Danzig, et un canal de dérivation à la Baltique, qu'on avait ouvert en prévision des gelées, n'a jamais servi. Fadejeff et Gregorieff (Moscou) ont montré que l'eau d'égout passe très bien sous la glace dans les rigoles et s'infiltre latéralement et par le fond. Les irrigations ne chôment pas davantage à Gennevilliers pendant l'hiver, ni d'ailleurs pendant les pluies. Ce n'est que dans le cas des grandes crues avec trouble que l'on déverse directement les égouts aux fleuves, qui sont torrentueux à ce moment, et n'en sont pas notablement plus salis.

4° *Les champs d'irrigation deviendront un vaste réservoir des microbes pathogènes.* — Cette objection serait la plus sérieuse de toutes, si elle reposait sur autre chose que sur une *induction* échappée à Pasteur, qui pensa, un jour, pouvoir attribuer au sol le rôle de conservateur des germes, comme il a reconnu qu'il l'est des spores du charbon. L'hypothèse a beau venir de haut, ce n'est qu'une hypothèse qui, heureusement, et malgré l'appui de Chauveau, a tout contre elle : la rapide disparition des germes pathogènes dans le sol, constatée par C. Fränkel (voy. p. 84), leur fixation par les surfaces humides et leur destruction régulière par l'eau, la concurrence des saprophytes, etc., et surtout l'absence de faits desquels on puisse conclure que les champs irrigués soient réellement un réservoir de germes. Pour ce qui est du charbon, c'est justement la maladie que personne ne redoute de voir propager par les eaux d'égout. Brouardel lui-

même déclare que : « Bien qu'il y ait, chaque année, de 10 à 12 cas de charbon atteignant les ouvriers bouchers de Paris, on ne peut pas voir un danger dans la propagation du charbon par les égouts. » Dans tous les cas, ce n'est point cette maladie, très rarement localisée sur l'intestin, qui peut faire interdire la projection des matières fécales aux égouts. Il faudrait plutôt se préoccuper des cimetières dans lesquels on dépose les cadavres des hommes morts charbonneux.

L'irrigation a l'étranger et en France. — Ce sont les lois anglaises sur la *pollution des rivières* qui poussèrent à l'épuration des eaux urbaines par le sol.

La ville de Croydon (17,000 habitants), sur la Wandle, affluent de la Tamise, à quelques milles de Londres, s'était donné, l'une des premières, un système d'égouts rationnels, avec vidange par canalisation, et déversait son *sewage* à la Wandle. Elle devait naturellement être rendue responsable de la souillure de cette rivière. Après avoir dépensé 24,000 livres en essais d'épuration et 10,000 en procès, Croydon fut contrainte, par décision du vice-chancelier Wood, à exécuter l'irrigation agricole. La terre arrosée confine à Beddington-Park et consiste en 100 hectares d'un sol glaiseux, reposant sur la craie (Freycinet). La surface est avantageusement inclinée vers la Wandle. L'eau d'égout est amenée au point culminant du terrain jusqu'à un réservoir ouvert, où elle subit une épuration sommaire par filtration; de là elle s'écoule par des canaux, les uns ouverts, d'autres à jour, sur les champs d'irrigation.

Rugby (8,000 habitants), quelques années plus tard, servit de champ d'études à la Commission de 1861 à 1865. Lawes dirigeait lui-même les opérations sur 6 des 180 hectares affectés à l'irrigation (dont 160 appartiennent à M. Walker et ont été affermés par M. Campbell). Carlisle (30,000 habitants) fournit les eaux d'égout de 22,000 de ses habitants à une terre de 28 hectares de sable, que le duc de Devonshire afferme à M. Mac-Dougall. Worthing, Norwood, Malvern, Tawistock, etc., 65 villes anglaises (Alphand) ont exécuté des travaux analogues.

A Merton convergent les eaux d'égout de Beddington, Mitcham, Merton, Morton, Wellinton, représentant environ 20,000 habitants. Le cube journalier est de 2,272 mètres cubes, dont les trois quarts arrivent par l'action de la pesanteur et l'autre quart doit être remonté par des machines. A leur arrivée à l'usine, les eaux traversent un filtre grossier, formé de grilles et de charbon concassé, qui retient les matières suspendues les plus grosses ; celles-ci, additionnées de chaux et d'huile lourde de houille, sont desséchées au filtre-presse. Les eaux ainsi dégrossies sont amenées sur les champs d'irrigation.

En Allemagne, le débit annuel des eaux d'égout de Danzig était évalué par Dünkelberg, en 1875, à 4,513,736 mètres cubes. Cette ville de 80,000 habitants possède, depuis 1872, un système complet de distribution d'eau et de départ des eaux impures avec champs d'irrigation, installés sur des dunes stériles (Heubude), voisines de l'embouchure de la Vistule. Les collecteurs des deux rives aboutissent dans la Kœmpe, île de la Mottlau, où se trouvent les machines élévatoires, qui séparent les matériaux solides et refoulent les eaux impures sur le terrain d'irrigation. L'administration municipale a concédé pour trente ans 500 hectares de terres improductives à un entrepreneur qui s'est chargé de tous les frais d'installation. Helm et Lissauer ont montré que l'eau qui sort des dunes est parfaitement pure.

La réalisation du système de vidanges à l'égout dans la ville de Berlin, sous la direction de l'ingénieur Hobrecht, a été exposée par Durand-Claye. Chacun des ar-

rondissements du *système radial* (il y en a sept qui fonctionnent aujourd'hui) envoie son collecteur à une usine élévatoire (*Pumpstation*), d'où l'eau est refoulée à raison de 20,000 mètres cubes par jour et par usine, dans des conduites métalliques de $0^m,75$ à 1 mètre de diamètre et de 12 à 20 kilomètres de longueur, jusqu'aux domaines acquis par la ville pour l'irrigation et qui sont : Malchow, Wartemberg, Falkenberg, Blankenburg, Blankenfelde et Rosenthal, au nord ; Osdorf, Friederikenhof, Heinersdorf, Teltow et Grossbeeren, au sud. En tout, 5,438 hectares *possédés*, dont 3,182 hectares *irrigués*, sur lesquels 3,120 sont drainés. Le cube d'eau est de 41 millions de mètres cubes par an, pour 1,146,925 habitants (sur 1,300,000). Les dépenses de premier établissement s'élèvent à 22,342,000 francs. La distribution des eaux s'opère à l'aide d'un réseau de conduites maîtresses en métal, avec robinets-vannes de distribution, et de conduites en poterie, la plupart à ciel ouvert, fermées par des vannes en bois. Des cheminées verticales de 8 à 10 mètres de haut, placées sur le réseau dans les champs, servent de *régulateurs de pression*. Les critiques et les résistances n'ont pas manqué à la municipalité berlinoise. En 1883, la commune de Pankow, sur la consultation du docteur Fuhrmann, avait obtenu du gouvernement de Potsdam l'interdiction du déversement des eaux sortant des drains dans la Panke ; l'année dernière, le propriétaire du lac de Teltow intentait un procès à l'administration municipale ; le professeur Alexandre Müller l'accuse de surcharger d'engrais les eaux des alentours. Néanmoins cette administration fait face à toutes les attaques et poursuit victorieusement sa tâche méritoire.

Breslau organise le tout à l'égout depuis 1874 et l'irrigation depuis 1881. La ville possédait le domaine de Ransern (400 hectares) ; elle a acquis successivement ceux d'Oswitz (300 hectares), puis de Leipe (90 hect.). A la fin de 1885, 600 hectares *adaptés* suffisaient à épuiser toutes les eaux-vannes, sans interruption. Il y a 136 hectares sous-loués. La ville a cédé d'ailleurs son exploitation à une société Aird et Marc (Durand-Claye, Eger).

C'est en 1869 que la ville de Paris essaya timidement de répandre sur 5 à 6 hectares de mauvais terrain sablonneux, dans la plaine de Gennevilliers, quelque 250,000 mètres cubes d'eau d'égout, avec une installation disposée pour en épurer deux fois autant au sulfate d'alumine. La terre à l'essai fut d'abord cultivée par quelques jardiniers de bonne volonté ; peu à peu, des cultivateurs de la même plaine demandèrent à recevoir une part de cet engrais ; en 1874, l'étendue irriguée était de 115 hectares, mais pouvait être aisément portée à 1,000. Au 1er juin 1878 (Schlœsing et Durand-Claye), elle était de 370 hectares et absorbait 70,000 mètres cubes par jour ; en 1882, 520 hectares. L'arrosage consomme environ $90,000^{m3}$ d'eau-vanne par jour, 23,000,000 de mètres cubes par an. Mais le cube fourni par les égouts de Paris est de $350,000^{m3}$ par jour. Les ingénieurs de la ville ont donc proposé à l'administration municipale d'acquérir de l'État les *terrains domaniaux d'Achères*, c'est-à-dire les deux fermes de la Garenne et de Fromainville, 372 hectares, plus 427 hectares de *tirés* dans la forêt de Saint-Germain. Ce n'est pas suffisant ; mais si l'acceptation de ce projet affirme le principe, il ne sera pas difficile de trouver, soit dans cette direction, soit dans d'autres, de nouveaux terrains d'irrigation, qui d'ailleurs pourront être plus à portée des quartiers à desservir. L'ingénieur A. Carnot a démontré que la ville de Paris pourrait trouver des terrains très propices dans trois ou quatre directions différentes et qu'elle a intérêt à acquérir quelques centaines d'hectares dans chacune d'elles en vue de l'irrigation. D'ailleurs il est déjà des propriétaires qui ont offert un millier d'hectares en vue de bénéficier de l'engrais ! C'est la meilleure manière d'exécuter le fameux canal qui conduirait les eaux de Paris à la mer. Quoi qu'il en soit, la question est devant le Parlement, et tout fait espérer qu'elle sera résolue selon les vœux de l'hygiène ; la

Chambre des députés a même adopté le projet de concession du domaine d'Achèrès à la ville de Paris, à titre de champ d'irrigation, et le Sénat en aurait peut-être bien fait autant, si le *Comité consultatif d'hygiène publique* de France eût été prêt à donner son opinion.

Quelques villes de France pratiquent l'épuration agricole de leurs eaux, d'une façon plus ou moins méthodique ; ainsi, Montélimar. Reims exécute, en ce moment, des travaux qui porteront, dans quelques années, ses égouts sur les terrains des *Bas-Lieux*. Ces eaux, qui transforment actuellement la Vesle en un véritable cloaque (Hoel), seront épurées par irrigation sur un sol crayeux. Hors de là, nous ne connaissons pas de cité française qui ait adopté le système d'assainissement qui, pourtant, réunit les suffrages de la plupart des hygiénistes nos compatriotes.

Conclusion. — Les faits acquis, relativement à la perfection de l'épuration des eaux d'égout par l'irrigation, l'innocuité sanitaire de cette pratique, le rendement agricole des champs irrigués, permettent de conclure que la vidange intégrale à l'égout, combinée avec l'épuration de la totalité des eaux d'égout par l'irrigation, est le moyen le plus parfait: 1° de débarrasser les habitations de leurs immondices et d'assurer la salubrité de leur atmosphère et de leurs eaux; 2° de respecter les droits des riverains en aval des cours d'eau qui ont traversé les villes; 3° de donner satisfaction aux réclamations, parfois exagérées mais justes au fond, des économistes qui protestent contre la déperdition des engrais humains. (Un adulte produit pour environ 10 francs d'engrais par an ; aucun système d'éloignement des immondices n'en assure l'utilisation complète ; mais la vidange intégrale à l'égout avec irrigation est celui qui en fait perdre le moins.)

Assainissement agricole des eaux industrielles. — Cette question dépend naturellement de l'hygiène industrielle; nous ne ferons qu'y toucher ici.

L'irrigation est encore le procédé le plus sûr et le moins coûteux d'éviter la souillure des cours d'eau par les eaux des usines, et surtout de celles qui travaillent des matières organiques. On cherchera , selon les cas, ou bien à assurer l'épuration sur une surface restreinte, ou bien à faire profiter de l'engrais une grande surface de terrain, selon les vues déjà exprimées par Würtz en 1859. MM. Harvie, à Port-Dundas, versent les eaux-vannes d'une distillerie d'alcool sur les terres de la ferme voisine de Parkhouse et réduisent l'azote combiné de 732 grammes par mètre cube à 12 grammes. Dailly et Pluchet, à Trappes (distilleries) ; Hanzem et Gérard, en Belgique (laines); Nickols, à Leeds (tanneries); André, de l'Aisne (rouissage du lin), sont entrés dans la même voie. Les frères Balsan, à Châteauroux (A. Durand-Claye), dont la fabrique de drap produit 2,000 mètres de drap par jour et désuinte 4 à 5 mille kilogrammes de laine, dirigent leurs 7 mètres cubes journaliers d'eau de désuintage dans une citerne où se déposent d'abord 1,380 litres par jour de matières lourdes; après cette décantation spontanée, l'eau est reçue dans des rigoles qui la conduisent sur des prairies ; le dépôt lui-même est séché à l'air et étendu ensuite sur les prés. Ces prairies ont une étendue de 25 hectares; le sol en a été soigneusement nivelé et l'on y a répandu des cendres de houille pour diviser leur sol trop argileux.

Elles produisent par hectare 1,000 à 1,200 kilogrammes de plus, depuis ces améliorations.

Dans le département du Nord, l'industrie de la laine infecte l'Helpe et a fait de l'Espierre le plus sordide de tous les cours d'eau; les distilleries et les raffineries de sucre perdent de réputation divers autres courants, dont quelques-uns ont des rapports sérieux avec l'approvisionnement d'eau de localités importantes. Le Conseil d'hygiène a longtemps lutté en prescrivant l'épuration mécanique et chimique (lait de chaux, décantation) avant le déversement aux rivières. Naturellement, il échouait. Enfin quelques industriels essayèrent l'épuration agricole. On a constaté (L. Faucher), dans ces derniers temps, que quatre fabriques de sucre considérables épurent avec succès leurs eaux; l'une d'elles, qui fournit 1,000 mètres cubes par jour, avec 8 hectares de culture. Dès lors, le Conseil a encouragé les tentatives de ce genre, en se bornant à les réglementer, et une distillerie importante, dont les vinasses avaient été accusées d'altérer l'eau de boisson de Lille, vient d'adopter l'épuration agricole de ses eaux résiduaires.

C'est donc que l'irrigation n'est pas impossible dans le Nord, et il est permis d'espérer qu'un jour l'Espierre passera par le sol avant de rejoindre l'Escaut.

Éloignement des immondices des animaux. — Vis-à-vis des animaux que l'on entretient dans les villes, il y a lieu d'appliquer des règles qui ne s'éloignent pas beaucoup de celles qui viennent d'être exprimées pour les humains. A la campagne, en raison des difficultés locales et à la faveur de la libre circulation de l'air, il peut y avoir certaines tolérances.

L'écurie doit être drainée, comme la maison, avoir sa conduite spéciale, son puisard ; elle ferait bien d'écouler les liquides à l'égout. Si on les recueille, ce doit être dans un puisard étanche (fosse à purin).

Les fumiers, mis à l'écart sur un pavé en pente, à joints exacts, s'égoutteront vers le puisard de cour et, d'ailleurs, seront enlevés le plus tôt possible. Les déposer dans des caisses en tôle, qui sont conduites à la campagne le jour même, est une pratique excellente.

Dans les villes qui jouissent d'une bonne canalisation souterraine, l'arrosage et le balayage exacts des rues font aisément disparaître les excréments abandonnés sur la chaussée par les animaux. Dans les autres, il ne semble y avoir rien de mieux à faire que d'employer des hommes à ramasser le crottin, la boue, dans des brouettes ou des tombereaux; de faire le moins possible de dépôts provisoires de ces immondices, fussent-ils masqués par des bornes creuses, dans l'intérieur de la ville, et, selon le conseil judicieux de Verrine, d'établir en dehors et à distance des villes, sous un vent qui n'incommode point la grande route, des *fumières* à sol pavé, entourées d'arbres qui les dissimulent et retiennent les émanations.

Bibliographie. — WARING (G. E.). *The sewerage of Memphis* (Transact. of the Sanitary Institute of great Britain, II, 1880). — SHONE (J.). *Report on the gravitating Sewerage Scheme* (per se) *intented for Stansty* etc., *with Exposal for Sewering the same on « Isaac Shone's Sewerage System »*. London, 1880. — CLARKE (Eliot. C.). *The separate system of sewerage* (Report of the state Board of health of Massachusetts. Boston, 1881). — PHILBRICK. *American Sanitary Engineering*. New-York, 1881. — HELLYER (S.). *The Plumber and Sanitary Houses*. 2e éd. London, 1881. — DURAND-CLAYE (A.). *Les travaux d'assainis-*

sement de Danzig, Berlin, Breslau (Rev. d'Hyg., III. Janvier-février 1881). — Lissauer. *Ueber das Eindringen von Canalgase in die Wohnräume* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gespflg., XIII, p. 341, 1881). — Zuber (C.). *Des gaz d'égout et de leur influence sur la santé publique* (Rev. d'hyg., III, p. 648, 1881). — Durand-Claye (A.). *Assainissement de Paris* (Annal. industrielles, Juillet-septemb. 1881). — Brouardel, Wurtz, Schlœsing, Girard, etc. *Rapports et avis de la Commission de l'assainissement de Paris.* Paris, 1881. — Teissier (J.) *Des égouts et des fosses d'aisances dans la ville de Lyon* (Lyon médical, octobre 1881). — Boutmy et Descoust. *De l'action asphyxiante des eaux-vannes des fosses d'aisances.* (Rev. d'hyg. III, p. 220, 1881). — Lefort (L.). *Le tout à l'égout et les épidémies* (Gaz. hebdom. p. 451, 1881). — *Épuration des eaux d'égout de la ville de Reims* (Rev. d'hyg., IV, p. 553, 1882). — Garnier (Léon). *Sur la contamination des cours d'eau par les eaux de lessivage des déchets de coton gras dans les Vosges* (Annal. d'hyg., XII, p. 511). — Rabot. *De l'application des eaux-vannes, des eaux de distilleries et de féculeries à la grande culture* (Rev. d'hyg. IV, p. 1, 1882). — Trélat (Em.). *Sur l'évacuation des vidanges* (Rev. d'hyg. IV, p. 112, 1882). — Soyka (I.), Rózsahegyi (A. v.). Renk (F.). *Ueber Canalgase als Verbreiter epidemischer Krankheiten* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gespflge, XIV, p. 33, 1882). — Jacobi. *Einleitung von gewerblichen Abwässern in die öffentlichen Canäle* (Breslauer ärtzliche Zeitschr., n° 5, 1882). — Erismann (F.). *Die Entfernung der Abfallstoffe* (Handb. der Hyg. und d. Gewerbekrankheiten, von Pettenkofer und Ziemssen, II, 1. Leipzig, 1882). — Denton (Bailey). *A Handbook of house sanitation.* London, 1882. — Miotat. *Le système diviseur appliqué à l'égout.* Paris, 1882. — Berlier. *Sur l'évacuation des vidanges* (Bull. Soc. méd. publ. 1882). — Fischer (F.). *Die menschlichen Abfallstoffe, ihre praktische Beseitigung* (Supplement zur D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspflg., XIV, p. 33, 1882). — Laborde. *Rapport sur un nouveau système de latrines présenté par M. Goldner* (Rev. d'hyg. IV, p. 1014, 1882). — Baumeister, Birnbaum, Lang. *Die Goldner'sche Abtritt Erfindung* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdhpflg. XV, p. 87, 1883). — Bonnefin. *Évacuation des immondices* (Rev. d'hyg., V, p. 353, 1883). — Virchow (R.), Meyer (A.), Emmerich (R.) Varrentrapp (G.), etc. *Ueber Städtereinigung und die Verwendung der städtischen Unreinigkeiten* (D. Vierteljahrsschr. für öff. Gesdplg., XV, p. 583, 1883). — Pacchiotti (S.). *Della fognatura di Torino.* Torino, 1883. — Trélat (Em.). *Water-closets en Angleterre* (Annal. d'hyg., X, p. 373, 1883). — Baumeister. *Das Separatsystem der Städtereinigung* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspflg., XV, p. 317, 1883). — Hobrecht (J.). *Beiträge zur Beurtheilung der gegenwärtigen Standes der Canalisations — und Berieselungsfrage.* Berlin, 1883. — Salkowski (E.). *Untersuchungen über die Osdorfer Rieselfelder* (Deutsche medic. Wochenschr., IX, p. 132, 1883). — Hudelo (A.). *Rapport sommaire sur le système de vidanges Berlier* (Travaux de la Commission technique de l'assainissement de Paris, 1883). — Liernur (C. E.). *Rationnelle Städteentwässerung.* Berlin, 1883. — Stübben (J.). *Ein neues System der Beseitigung der menschlichen Abfallstoffe avs den Städten* (Centr. blatt f. allgem. Gesundheitspflege, I, p. 1, 1883). — Trélat (Em.). *Sur l'évacuation et l'emploi des immondices* (Rev. d'hyg., VI, p. 673, 1884). — Bergsma, Durand-Claye (A.) etc. *De l'assainissement des villes* (Congrès internat. d'hygiène à la Haye, 1884). — Pontzen (E.). *Première application à Paris de l'assainissement suivant le système Waring.* Paris, 1884. — Gerhard (W. P.). *Drainage and sewerage of dwellings.* New-York, 1884. — Wazon (A.). *Principes techniques d'assainissement des villes et des habitations.* Paris, 1884. — Lindley (W. H.). *Die Klärbeckenanlage für die Sielwasser von Frankfurt-a.-M.* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspflege, XVI, 545, 1884). — Gautier (A.), Daremberg (G.), Lefort (L.), Colin (L.), Brouardel, etc. *Sur l'infection de la Seine* (Acad. méd. octobre 1884). — Masson (L.) et Martin (A.-J.). *Les maisons « salubre et insalubre » à l'Exposition internat. d'hygiène de Londres* (Rev. d'hyg. VII, p. 22, 1885). — Arnould (J.). *L'épuration des eaux de l'Espierre* (Rev. d'hyg., VII, p. 785, 1885.) — Putzeys (F. et E.). *L'hygiène dans la construction des habitations privées.* 2e édit. Paris-Liège, 1885. — Salet, Duverdy, Larger, Brouardel, Grancher, etc. *Sur l'évacuation et l'emploi des vidanges* (Rev. d'hyg., VII. Janvier-mai 1885). — Kaftan (J.). *Der gegenwärtige Stand der Fäcalienabfuhr nach dem Differenzirsysteme* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg, XVII, p. 407, 1885). — Aird (C.). *Zur Frage der Rieselanlagen* (Centr. blatt f. allgem. Gesundheitspflege, V. p. 139. 1886). — Baron (P.). *Der Einfluss von Wasserleitungen und Tiefcanalisationen auf die Typhusfrequenz in deutschen Städten* (Centr. blatt f. allgem. Gesundheitspflege, V. p, 335, 1886). — Wiebe. *Die Reinigung städtischer Abwässer zu Essen, insbesondere mittelst des Röckner-Rothe'schen Verfahrens* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., V, p. 1, 1886). — Robinson (H.). *Die Nutzbarmachung von Canalwasser* (Centr. blatt f. allgem. Gesdpflg., V, p. 419, 1886). — Richard (E.). *L'Exposition d'hygiène urbaine* (Rev. d'hyg., VIII, p. 369, 1886). — Aird (C.). *Ueber die Ableitung städtischer*

Kanalwasser in das Meer (Gesundheits-Ingenieur, n° 23, 1886). — EGER. *Die Entwässerung und Reinigung von Breslau* (Gesundheits-Ingenieur, p. 778, n° 24, 1886). — RELLA (A-H.). *Ueber die Entwickelung und den gegenwärtigen Stand der Kanalisationsfrage in Prag* (Gesundheits-Ingen. n° 9, 1886). — CARNOT (A.). *Sur le choix des terrains destinés à recevoir les eaux d'égout des villes* (Association franç. pour l'avancement des scienc. à Nancy, 1886). — ARNOLD. *Zur Frage der Reinigungsmethoden der städtischen Abwässer* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspflg., XIX, p. 447, 1888). — HÜLLMANN. *Das Müller-Nahnsen'sche Reinigungsystem städtischer Abwässer.* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg. XIX, p. 450. 1887). — STAFFEL (F.) *Die neue Kanalisation der Stadt Wiesbaden* (Centralblatt f. allgem. Gesundhpflg. VI, p. 226, 1887). — MARX. *Die Einrichtungen zur Reinigung städtischer Kanalwässer* (Cent. bl. f. allgem. Gespflg. VI, p. 351, 1887). — KÖNIG (J.). *Die Reinigung städtischer Kanalwässer* (Ibid. p. 369, 1887). — BOURNEVILLE. *L'utilisation agricole des eaux d'égout de Paris* (Rapport à la Chambre des députés. Paris, 1887). — BALESTRE (A.). *Assainissement de Nice.* Nice, 1888. — DURAND-CLAYE (A.), PONTZEN, KNAUFF, etc. *L'évacuation des immondices dans les villes* (Congrès internat. d'hygiène, à Vienne, 1887). — KÖNIG (J.), FRANKLAND. *L'épuration des eaux d'égout* (Ibid.). — KNAUFF. *Die Reinigung von Spüljauchen durch intermittierende Abwärtsfiltration* (Gesundheits-Ingenieur (n°s 19-20, 1887.) — AIRD (C.). *Ein Rückblick auf die Kanalisation von London* (Centr. bl. für allgem. Gesdpflg. VI, p. 31, 1887). — KAUMANN, ARNOLD, etc. *Ueber Rieselanlagen, mit besonderer Berücksichtigung von Breslau, und über andere Reinigungsmethoden der städtischen Abwässer* (D. Vierteljahr. f. öff. Gesdpflg., XIX, p. 60, 1887). — *Bericht der Deputation für die Verwaltung der Kanalisationswerke* (Annuel). Berlin, 1883-1887). — WEIGMANN (H.). *Die Reinigung der Abwässer* (Gesundheits-Ingenieur, XII, n°s 1-6, 1888). — PFEIFFER (A.). *Ueber die Unzulässigkeit der Klärung der städtischer Abwässer mit Hülfe chemischer Fallung der suspendirten organischen Bestandtheile* (D. Vierteljahrschr. f. öff. Gesdpflg., XX, p. 20, 1880). — MORI (Rintaro). *Ueber pathogene Bacterien im Canalwasser* (Zeitschrift f. Hyg., IV, p. 46, 1888). — DU MESNIL (O.). *La question du tout à l'égout* (Bulletin médical, p. 362, 1888). — ROCHARD (J.). *Rapport sur les questions posées au Conseil d'hygiène par la Commission du Sénat relativement à l'assainissement de la Seine.* Paris, 1888. — GRUZU (A.). *Assainissement de la ville de Cannes.* Cannes, 1888. — PROUST (A.). *Les champs d'épuration de Berlin* (Rev. d'Hyg., X, p. 281, 1888). — ARNOULD (J.). *L'épuration des eaux urbaines* (Rev. d'hyg., X, p. 319, 1888).

VIII. — **Le vêtement.**

Le vêtement, chose foncièrement artificielle, n'est pas aussi inévitable à notre espèce que l'air, l'eau, les aliments; quelques tribus, pour lesquelles les âges préhistoriques ne sont pas finis, n'ont pas de vêtements à proprement parler. Mais ce sont celles-là qui nous occupent le moins, et les sociétés civilisées, pour lesquelles l'hygiène veille et travaille, ont fait du vêtement un de leurs besoins, désormais aussi impérieux, ou peu s'en faut, que celui de manger, de boire, de travailler. Un outillage industriel formidable fonctionne à l'heure qu'il est, exclusivement en vue de produire des vêtements; des millions de bras y sont occupés, des capitaux énormes y sont mis en œuvre, la préparation du vêtement consomme des quantités prodigieuses de charbon de terre et précipite le moment où la réserve de l'avenir sera épuisée. Voilà donc un objet de consommation de premier ordre, et il serait étrange que l'hygiène n'en eût point souci, tant pour préciser les circonstances dans lesquelles il satisfait à un besoin réel que pour dénoncer le moment où il ne représente qu'un besoin factice. A la vérité, il semble bien, à première vue, que de notre temps l'artificiel et le caprice l'emportent d'une façon extraordinaire.

But du vêtement. — Le vêtement intervient dans l'une ou l'autre, souvent dans plusieurs à la fois, des circonstances suivantes : la calorification du corps; l'état d'humidité, d'aération, d'insolation, d'électricité, de l'enveloppe vivante; la protection de divers organes ou appareils contre les chocs, les frottements, la fatigue.

Calorification. — L'homme adulte, après avoir fourni à tout le travail que représentent les mouvements organiques, dispose moyennement de 2,700 calories par jour, suivant Helmholtz, pour faire face au refroidissement par l'air inspiré qui pénètre dans le poumon, par l'évaporation insensible à la surface, par le contact direct de son corps avec l'air qui l'environne, enfin par le rayonnement.

On ne peut, évidemment, dire que ce soit trop ni trop peu; si l'une des causes de déperdition vient à être annulée, il y a surcharge pour les autres modes de réfrigération; si, au contraire, l'air de contact est à un degré très bas et que l'espace de rayonnement soit considérable, il y a menace que le le calorique disponible devienne insuffisant et qu'une atteinte soit portée au calorique fondamental, telle que les ressources de la fonction de calorification ne parviennent pas à la couvrir.

Une vieille expérience de Melloni, répétée par Krieger, a montré qu'un cylindre de tôle rempli d'eau chaude perd plus vite sa chaleur quand il est entouré de flanelle que quand il est nu. Il importe de ne pas en conclure à ce qui se passe à la surface de la peau humaine, qui a des vaisseaux, des nerfs vasomoteurs et enveloppe un appareil producteur de calorique.

Il y a quelques années (1884), Richard Geigel, à Würzbourg, comparant la perte de chaleur qu'éprouvait son bras nu avec la même perte supportée par ce bras recouvert d'une sorte de bas de laine, crut reconnaître que les résultats étaient à peu près les mêmes dans un cas que dans l'autre et, par suite, pensa pouvoir conclure que ce n'est pas le besoin d'empêcher sa chaleur propre de se perdre qui a conduit l'homme à user des vêtements, mais le sentiment désagréable de froid que causent à la peau nue le resserrement des capillaires et le travail des vaso-moteurs, tandis que le sang circule largement dans la peau entretenue chaude et que les fonctions de cette enveloppe s'épanouissent et bénéficient à tout l'organisme.

Or, les expériences de Laschkewitsch, de Weiske, de Ch. Richet, sur les animaux à fourrure (ou à toison), que l'on peut comparer à un homme vêtu, ont mis hors de doute la réalité, ou pour mieux dire, la gravité de la perte de chaleur par la peau nue. On sait que les animaux revêtus d'un vernis, ou même d'huile, ne tardent pas à mourir; on les supposait empoisonnés par la rétention des matériaux de déchet que la peau doit éliminer. Laschkewitsch a prouvé qu'ils meurent de froid, en montrant qu'ils vivent, si on les enveloppe de ouate par-dessus le vernis, ou si on les entretient dans un local chauffé. Les moutons tondus, tout en mangeant autant que ceux à qui on a laissé leur toison, maigrissent, parce qu'ils emploient à faire de la chaleur la substance qu'il eussent convertie en viande et en graisse (Weiske). Les lapins *rasés* de Ch. Richet mangeaient beaucoup plus que leurs compagnons non rasés et, néanmoins, subissaient un abaissement de leur température propre et même mouraient, si on les plaçait dans un milieu froid. D'ailleurs, en déterminant, au moyen du thermomètre de Leslie, l'intensité du rayonnement du lapin rasé et celui d'un autre non rasé, Richet a reconnu que le premier fait dévier le thermomètre de 8°,5, et le second de 4°,5 seulement. Les animaux à qui l'on a sectionné la

moelle subissent une dilatation permanente des vaso-moteurs et une perte énorme de chaleur, à laquelle ils succombent rapidement ; Tcheschichin a réussi à les faire vivre en les enveloppant dans la ouate. A. Hiller a relevé ce fait vulgaire que, quand un exercice violent a surexcité la production de calorique, les vêtements l'emmagasinent d'une façon parfois gênante. Aussi A. Schuster reproche-t-il avec raison à Geigel d'avoir conclu trop vite d'expériences faites dans une température de 15 à 20 degrés, à laquelle la déperdition de calorique par son bras nu pouvait rester insensible.

Nous avons remarqué personnellement que les résultats eux-mêmes obtenus par Geigel sont loin de prouver autant qu'il le dit l'inefficacité du vêtement. En effet, ce qui s'observe d'abord, c'est que la déperdition de calorique, pendant les 30 à 40 premières minutes de l'expérience, est plus considérable (jusqu'à une fois et demie) par le bras nu que par le bras couvert. Ce n'est qu'au bout de 40 à 50 minutes que l'égalisation se fait. Or, dans les conditions où a lieu cette expérience, il convient de se rappeler que la production de calorique par l'économie peut fort bien se régler de telle sorte qu'on n'aperçoive plus de différence d'un cas à l'autre ; puisque, d'après Winternitz, cette fonction peut déterminer, dans l'émission de chaleur par la peau, des oscillations de 60 p. 100 en plus et de 92 p. 100 en moins, rien qu'au moyen des changements dans la distribution du sang.

Pouvoir émissif des vêtements. — Ce pouvoir dépend de la conductibilité des matières vestimentaires ; il s'exerce par rayonnement, mais aussi par contact ou convection, en ce sens que l'air qui passe incessamment à la surface des vêtements leur emprunte de la chaleur.

Les premières études sur ce point remontent à Péclet et à Forbes. Les expériences de Coulier (1858), suivies de celles de W. Hammond, de Krieger, de Schuster, n'ont pas trop vieilli et méritent d'être rapportées.

Un récipient de laiton, mince, cylindrique, de 500 centimètres cubes, est rempli d'eau à une température supérieure à 50 degrés ; on le suspend au moyen de cordons de soie dans un air tranquille ; un thermomètre très sensible, fixé au bouchon qui ferme l'appareil et plongeant dans le liquide, permet de constater les variations de température. L'appareil étant laissé à lui-même, on note exactement le nombre de minutes et de secondes nécessaires pour obtenir une diminution de 5°, en commençant l'expérience à partir d'un point fixe, 40° par exemple. Appliquant ensuite sur le vase des chemises faites des différentes matières en expérience, on note également avec précision le temps nécessaire pour amener avec chacune d'elles la chute thermométrique de 40° à 35°. On a obtenu les chiffres ci-dessous :

Expérience de Coulier.

		Durée du refroidissement de + 40° à + 35°.
Récipient en laiton non recouvert		18'12"
Le même récipient recouvert avec...	A. Toile de coton pour chemises	11'39"
	B. Toile de coton pour doublure	11'15"
	C. Toile de chanvre pour doublure	11'25"
	D. Drap bleu foncé	14'45"
	E. Drap garance	14'50"
	F. Drap bleu-gris pour capote	15'5"

Le récipient, qui se refroidit moins vite, nu, que recouvert de n'importe

quelle matière, rappelle l'expérience de Melloni, mais ne prouve rien pour ce qui est de la peau humaine. Il perd plus de chaleur par contact que par rayonnement; d'autre part, la surface de rayonnement est augmentée par la couverture d'étoffe. Ce qu'il faut voir ici, c'est qu'un corps chaud se refroidit plus vite, d'un même nombre de degrés, lorsqu'il est revêtu de toile que quand il est enveloppé de drap; qu'il se refroidit à peu près de la même façon sous la toile de coton et sous celle de chanvre; moins, mais d'une façon pareille, sous toutes les espèces de draps militaires, sauf un léger avantage en faveur du drap gris des capotes. Dans les expériences ultérieures (1863) de W. Hammond, citées par Morache, et qui ont eu également en vue l'armée, l'avantage de la toile de coton a été plus formel; peut-être en raison des villosités de cette sorte de toile, favorables au séjour de l'air dans les mailles du tissu, lorsque l'industrie ne fait pas tout son possible pour détruire les propriétés de la matière première.

Expérience de Hammond.

		Durée du refroidissement de 150° Fahrenheit à 140° (65°,5 C. à 60°,0).
Récipient de cuivre non recouvert		15′11″
Le même recouvert avec	A. Coton pour chemises	9′42″
	B. Toile de chanvre pour chemises	7′24″
	C. Flanelle blanche	12′35″
	D. Drap bleu foncé	14′5″
	E. Drap bleu clair	13′50″

Les expériences de Krieger (1869) ont eu pour but de faire ressortir la conductibilité des étoffes. On a successivement entouré de soie, de flanelle, de drap de laine, simples ou doubles, un cylindre de tôle rempli d'eau chaude. Le cylindre perdait 3 p. 100 moins d'unités de chaleur avec l'enveloppe de soie double qu'avec la soie simple; 14 p. 100 de moins avec la flanelle double qu'avec la flanelle simple; 16 à 20 p. 100 de moins avec le drap double.

Schuster reproche aux expérimentateurs qui l'ont précédé, et à Krieger en particulier, d'avoir négligé, dans ces recherches, un certain nombre d'éléments qui ont compromis l'exactitude des résultats; spécialement de ne pas s'être préoccupés de la nécessité de mélanger, pendant toute la durée de l'expérience, les couches de l'eau chaude du cylindre, plus chaudes en haut, plus froides en bas, et de ne pas s'être isolés des influences thermiques du local dans lequel l'expérience avait lieu. Il pense s'être mis à l'abri de ces causes d'erreur, au moyen d'un appareil de son invention, qui comprend un *mélangeur* et supprime l'influence des oscillations thermiques de l'air autour du cylindre, représentant le corps dont on observe le refroidissement. En outre, il a recouvert d'abord celui-ci d'une peau de chagrin, avant de lui appliquer le revêtement de toile, de coton, etc., en vue de se rapprocher davantage des conditions qui caractérisent le corps humain. Les réflexions de cet auteur nous ont paru très importantes.

Au lieu de chercher le temps que met un corps, revêtu d'une certaine étoffe, à se refroidir d'un nombre déterminé de degrés, Schuster a fixé le nombre de degrés dont se refroidit un même corps dans un même temps. Le tableau ci-dessus résume ses résultats. (La température de l'eau dans le cylindre = 40°; celle du local = 7°) :

NATURE DU REVÊTEMENT.	TEMPÉRATURE extérieure.	MOYENNE.	REFROIDISSEMENT en 40 minutes.	OSCILLATIONS maxima.
Cylindre nu	5°2—13°9	9°73	10°20	10°0 —10°4
Toile de lin, couche simple	10,6—10,8	10,7	9,80	9,7 — 9,9
Shirting	7,1— 8,2	7,7	9,55	9,4 — 9,65
Tissu de soie	7,0— 7,2	7.1	9,40	9,35— 9,5
Flanelle	8,3— 8,8	8,5	8,33	8,25— 8,45
Toile de lin, couche double	11.2—11,6	11,4	9,40	9,35— 9,45
Shirting	12,9—16,4	14,1	8,93	8,85— 9,0
Tissu de soie	11,3—11,5	11,4	9,08	9,0 — 9,1
Flanelle	15,0—16,4	15,7	7,25	7,1 — 7,3
Toile de lin, sept couches	15,4—15,9	15,75	8,37	8,3 — 8,5
Etoffe d'été	4,9— 5,4	5,1	8,83	8,7 — 8,9
Satin	5,3— 6,2	5,7	8,55	8,5 — 8,55
Cheviot	5,0— 5,5	5,3	7,82	7,8 — 7.85
Etoffe d'hiver	5,1— 5,6	5,2	7,45	7,4 — 7,5
Peau de gants glacés	4,8— 5,6	5,1	8,22	8,15— 8,3
Cuir	6,0— 6,2	6,1	8,01	7,95— 8,1
Vêtement normal de Jäger	7,8— 8,2	7,9	8,65	8,5 — 8,8
Le même, plus épais	7,6— 8,4	7,8	8,15	8,05— 8,2
Drap de soldat bleu-clair	6,6— 7,1	6,9	8,05	7,95— 8,2
Manteau imperméable	8,4— 8,5	8,5	9,7	9,6 — 9,75

Ces résultats diffèrent de ceux de Krieger, mais sont cependant de même sens.

Il est difficile, pense Schuster, d'évaluer la part relative de la *conductibilité* et du *rayonnement*, dans l'émission de chaleur. Krieger plaçait dans la première la raison des différences observées dans le refroidissement, selon la nature de l'étoffe qui recouvrait le cylindre. Mais, à côté de la *nature* de ces substances, il est certain que leur *état* influence également le pouvoir conducteur ; la laine brute n'a pas le même pouvoir que la laine filée et tissée.

Si l'on représente par 1 le pouvoir conducteur de l'air, Schuhmeister estime que le pouvoir conducteur du coton doit s'exprimer par 37 ; celui de la laine par 12; celui de la soie par 11. Péclet et Forbes croyaient que la conductibilité est la même pour toutes ces substances et la même que celle de l'air stagnant. Ils avaient presque raison, dans la première partie de cette formule ; car les recherches modernes tendent à établir qu'il n'y a, en effet, pas de différence essentielle dans la conductibilité des diverses matières vestimentaires, sauf pour les tissus de soie, qui sont un peu meilleurs conducteurs que les autres. Mais ils portaient bien trop haut la conductibilité de l'air (ne pas confondre avec la convection), qui est presque nulle et 90 fois moindre (Stefan) que celle des matières vestimentaires.

Au fond, s'il y a, dans la façon dont ces diverses substances empêchent la déperdition de chaleur, des différences qui peuvent aller de 3,9 (la toile de lin) à 32,8 (étoffe d'hiver), la principale cause en est dans l'*épaisseur* naturelle des tissus qui en sont confectionnés. Car, en elles-mêmes, toutes ces substances sont mauvais conducteurs, adiathermanes, et absorbent le calorique.

En entourant son cylindre de ouate comprimée, Krieger constatait une déperdition de chaleur de 21 p. 100 plus rapide qu'avec la ouate normale. Le principal changement était que la compression avait diminué l'épais-

seur de l'enveloppe et raccourci le chemin que devait suivre le calorique pour gagner l'extérieur.

Toutefois, une autre circonstance d'extrême importance intervient ici : la *présence de l'air*, corps toujours très mauvais conducteur, et la façon dont il se meut dans les substances vestimentaires ou les tissus. Si l'air qui entoure notre corps était immobile, nous n'aurions pas besoin de vêtements, puisque c'est le plus mauvais conducteur du calorique qu'on puisse imaginer. Mais cet air est dans un mouvement incessant, quoique ordinairement insensible, et la chaleur même du corps humain détermine des courants tout autour de lui. Les vêtements donnent à l'air, jusqu'à un certain point, cette fixité qui en fait une enveloppe conservatrice de la chaleur. Aussi les plus chauds sont-ils les vêtements de laine et les fourrures, qui emprisonnent dans leurs fibres et leurs poils une notable quantité d'air. Schuster fait remarquer, avec une grande sagacité, que les filaments de la laine sont élastiques et empêchent ces tissus de s'aplatir sur la peau ; ils conservent, d'une part, leur épaisseur, d'autre part l'air, qui circule dans leurs mailles. Certains gilets de laine, qui ne sont qu'une sorte de réseau à mailles assez lâches, sont cependant très chauds, portés sur la peau avec une chemise ordinaire par dessus. Si la chemise de lin est froide, c'est parce qu'elle est mince, mais aussi parce qu'elle s'applique sur la peau ; la chemise de coton, sans être plus épaisse, est moins froide, parce qu'elle a quelques villosités assez élastiques.

L'air présent dans les tissus s'échauffe au contact de la peau et maintient le tégument dans une atmosphère chaude et agréable. Il n'est pourtant pas tout à fait immobile ; il se déplace dans tous les sens et fait même des échanges avec l'air extérieur ; mais tout cela se passe avec lenteur et le renouvellement de cet air ne déborde point le pouvoir de l'économie de produire du calorique. C'est dans l'épaisseur du vêtement que s'opère l'équilibre de température entre le dehors et le dedans, et non à la surface de la peau.

La superposition de plusieurs vêtements élève le pouvoir de retenir la chaleur, tant parce qu'elle augmente l'épaisseur de l'enveloppe que parce qu'il y a une couche d'air entre chaque double des vêtements (Schuster, Krieger, Hiller).

Les vêtements flottants, à moins que l'on n'ait des moyens de les rassembler sur le corps, ne sont pas chauds, parce qu'ils permettent un renouvellement trop rapide de l'air sous-jacent et que, d'ailleurs, ils n'ont pas assez de points de contact avec le corps pour que l'air qu'ils renferment s'échauffe convenablement.

Il y a une considération inverse à examiner, à savoir, la défense contre la chaleur extérieure par les vêtements, ou du moins les chances plus ou moins grandes que peuvent offrir les vêtements de ne pas ajouter de chaleur à celle que notre calorification propre accumule déjà, lorsque nous nous trouvons dans un milieu fait pour nous en donner plutôt que pour en prendre.

Pour comparer le pouvoir absorbant des étoffes, Coulier a pris un certain nom-

bre de tubes de verre, à parois minces et à diamètre sensiblement uniforme, les a garnis des différentes enveloppes à expertiser et les a exposés, sur un châssis de bois, à l'action des rayons solaires; l'expérience, menée de front pour tous les tubes, a donné les résultats suivants :

Thermomètre à l'ombre.. 27°
— au soleil.. 36°

		Température du tube.	Différence avec la température du tube nu.
Tube non recouvert d'étoffes		37°,5	»
Tube recouvert de..	A. Coton pour chemises...	35°,1	— 2°,4
	B. Coton pour doublure....	35°,5	— 2°
	C. Chanvre écru...........	39°,6	+ 2°,1
	D. Drap bleu foncé (soldats).	42°	+ 4°,5
	E. Drap garance (soldats)..	82°	+ 4°,3
	F. Drap gris de fer bleuté pour capote..........	42°,5	+ 5°
	H. Drap garance pour sous-officiers..............	41°,4	+ 3°,9
	K. Drap bleu foncé pour sous-officiers.........	43°	+ 5°,5

Il résulte de là que les étoffes de laine et le linge fait de chanvre sont défavorables à l'accumulation du calorique lorsque le milieu ambiant est à une température égale ou supérieure à celle du corps, surtout par l'exposition aux rayons solaires. Les étoffes de coton sont donc le vrai vêtement des pays chauds *pendant tout le temps de l'exposition du corps au soleil.* Cette conclusion est renforcée du fait précédemment acquis, que la toile de coton est aussi une de celles qui ont le pouvoir émissif le plus considérable. En superposant du coton au drap, l'absorption est beaucoup moindre qu'avec le drap seul (Coulier).

Ce qui a été dit plus haut, des 2,700 calories disponibles chaque jour, fait comprendre que la température du milieu la plus favorable à l'économie humaine n'est point une température d'un degré égal à celle du corps, mais une température notablement inférieure, qu'on place entre 24° et 30°. Le vêtement le plus réussi, au point de vue qui nous occupe actuellement, est celui qui entretiendra, au contact immédiat de la peau, par un heureux équilibre des pouvoirs émissif et absorbant, une atmosphère présentant à peu près ce degré moyen. Il y a, il est vrai, d'autres conditions à remplir.

La puissance d'émission ou d'absorption des étoffes varie d'ailleurs avec la couleur de celles-ci, fait de connaissance vulgaire, que Rumford, Humphry Davy, Stark (d'Édimbourg), ont démontré expérimentalement. Coulier et Bache ont fait remarquer depuis, que les différences d'absorption selon la couleur ne sont sensibles que pour l'exposition au soleil; nouvelle distinction entre les propriétés de la chaleur lumineuse et celles de la chaleur obscure.

Le tableau ci-après reproduit le classement des couleurs sous le rapport de la puissance absorbante du calorique :

Nos.	FRANKLIN.	DAVY.	STARK.	
			LAINE teinte en	BOULE DU THERMOMÈTRE teinte en
1	Noir.	Noir.	Noir.	Noir.
2	Bleu foncé.	Bleu.	»	Bleu foncé.
3	Bleu tendre.	»	»	Brun.
4	Vert.	Vert.	Vert foncé.	Vert.
5	Pourpre.	»	»	»
6	Rouge.	Rouge.	Écarlate.	Rouge foncé.
7	Jaune.	Jaune.	»	Jaune.
8	Blanc.	Blanc.	Blanc.	Blanc.

Réfrigération par le vêtement. — Les vêtements utiles contre le froid, étant ceux qui retiennent de l'air dans l'épaisseur de leur tissu, doivent par cela même admettre la pénétration de l'air extérieur, pourvu que cette pénétration se fasse lentement. La même condition est requise des vêtements qui ne doivent pas favoriser l'accumulation du calorique, par les temps chauds. Il faut, en effet, qu'ils livrent passage à l'évaporation cutanée, le plus puissant moyen de réfrigération physiologique.

Il s'ensuit que les vêtements *imperméables*, à peu près nuls comme protection contre le froid, à cause de leur minceur et de l'absence d'air dans leur tissu, sont pour la même raison un obstacle absolu à la réfrigération par évaporation dans les milieux chauds. Les manteaux en caoutchouc, quoique légers, sont des étouffoirs lorsqu'on y a recours contre les pluies d'été. Les Américains, paraît-il, pendant la guerre de Sécession, avaient donné à leurs soldats une couverture doublée de caoutchouc d'un côté ; si la pluie surprenait la colonne en marche, les hommes devaient dérouler sur leur sac et leurs armes cette couverture, en tournant le caoutchouc à l'extérieur ; mais, dans cette situation, le vêtement avait la forme d'une chasuble, c'est-à-dire qu'il tombait en avant et en arrière, laissant les côtés ouverts pour l'évaporation. Je doute cependant que son usage n'ait point rendu la marche pénible — à moins que les soldats n'aient préféré laisser ce pardessus, roulé dans ses courroies, attendre le moment de servir exclusivement au repos du bivouac. — Toutefois nous allons parler de vêtements imperméables à l'eau et non à l'air.

D'un autre côté, le vêtement assez perméable pour se prêter complètement à l'évaporation de la sueur ne saurait faire autrement que de se pénétrer d'eau lui-même. C'est alors à sa surface que se produit l'évaporation ; il se refroidit et refroidit la peau consécutivement. Or il peut rester mouillé même après que le besoin de réfrigération a cessé d'exister, et, à ce moment, il ne détermine plus sur la peau qu'un refroidissement inutile et dangereux, en supposant que l'évaporation de l'eau contenue dans son tissu se poursuive avec quelque activité. Il y a très peu, en hygiène, de situations simples et invariables ; les jours des pays chauds ne sont pas également chauds pendant les 24 heures de la révolution diurne, et en définitive, ils ont toujours une période pendant laquelle les rayons solaires agissent directement et une autre pendant laquelle la chaleur est obscure et se dépense par rayonnement terrestre. Or les physiologistes ont démontré que les animaux, après avoir été surchauffés, deviennent singulièrement sensibles à des abaissements peu considérables de température, qui pour d'autres ne seraient certainement pas

du refroidissement. Dans notre Algérie, les vêtements de coton, fort agréables dans le jour et au soleil, deviennent froids après le crépuscule, non que la température ait baissé beaucoup, mais parce que ces étoffes pénétrées de sueur continuent à évaporer au moment où la peau ralentit son mouvement d'excrétion aqueuse. Les indigènes, de temps immémorial, portent des vêtements de laine; quelques-uns, qui travaillent avec énergie, les Kabyles, n'ont que le *haïck* et le *serouell* de coton pendant la chaleur du jour; mais le burnous de laine est au bout du champ pour être repris dès que le soleil baisse. Les Européens qui n'ont jamais porté de flanelle sont presque toujours obligés de l'adopter lorsqu'ils séjournent en Algérie. Cela ne veut pas dire qu'il en soit de même sous toutes les latitudes chaudes; il faut, pour chaque localité, observer la climatologie spéciale et son influence sur les modalités physiologiques. Cependant nous avons vu (p. 425) que Maurel déclare la flanelle « le tissu des pays chauds. »

Propriétés hygroscopiques des vêtements. — Le revêtement artificiel que nous donnons à notre corps peut se trouver en rapport, soit avec l'eau d'excrétion, la sueur, dont il vient d'être parlé, soit avec l'eau météorique, brouillards, pluie, neige. Ce qui a été dit dans le paragraphe précédent a fait voir que, vis-à-vis de la sueur, le vêtement le plus avantageux est celui qui peut absorber l'eau avec quelque facilité, mais ne l'abandonne que lentement. Pour ce qui est de l'eau extérieure, l'idéal semblerait devoir être un vêtement qui l'absorberait lentement, mais la perdrait au contraire avec rapidité; circonstances qui ne se réalisent pas. Pourtant, le rapide assèchement des pièces vestimentaires n'est désirable qu'autant qu'on les a quittées pour les mettre à sécher; si l'évaporation de l'eau pluviale a lieu pendant que le vêtement est sur la peau, ce qui est un cas fort ordinaire, sa rapidité ne peut que produire, comme tout à l'heure, un refroidissement énergique et dangereux. Mieux vaut donc un vêtement qui absorbe l'eau lentement, qui ait une capacité hygrométrique assez grande pour en absorber notablement sans être sursaturé, et qui l'abandonne avec lenteur. C'est encore la laine qui répond à ces exigences, comme il ressort des expériences de B. Müller.

Coulier a seulement institué des expériences en vue de reconnaître le pouvoir absorbant hygroscopique de différents tissus et n'a pas cherché à comparer la rapidité avec laquelle ils arrivent à saturation ou, au contraire, reviennent à siccité après saturation. Mais le point qu'il a étudié est le plus important.

Quantité d'eau absorbée par les matières vestimentaires.

DÉSIGNATION DES ÉTOFFES.	POIDS après 24 heures de séjour dans l'eau.	POIDS après 24 heures de séjour sur l'eau.	POIDS après 24 h. d'immersion et 24 heures de séjour sur l'eau.	EAU HYGROMÉTRIQUE.	EAU D'INTERPOSITION.	EAU HYGROMÉTRIQUE par 1 gramme d'étoffe.	EAU D'INTERPOSITION par 1 gramme d'étoffe.
A. Toile de coton pour chemises....	7,55	8,50	14,40	0,95	5,90	0,126	0,781
B. Toile de coton pour doublures...	7,75	8,40	15,40	0,65	7,00	0,083	0,903
C. Toile de lin pour doublures.....	11,19	12,90	19,40	1,71	6,50	0,153	0,580
D. Drap bleu foncé pour soldat.....	19,75	23,12	51,40	3,37	28,28	0,171	1,432
E. Drap garance pour soldat........	19,58	23,28	55,40	3,70	32,12	0,188	1,064
F. Drap gris de fer bleuté..........	20,80	24.15	52,30	3,35	28,15	0,161	1,402
G. Drap garance pour sous-officiers.	19,52	22,85	54,20	3,33	31,35	0,171	1,600
H. Drap bleu foncé pour sous-officiers.	17,66	20,20	47,30	2,55	27,10	0,200	1,540
K. Belle toile de chanvre p. chemises.	9,67	11,00	15,75	1,33	4,75	0,142	0,490

Pettenkofer a, de même, reconnu que la toile de lin et la flanelle, plongées dans l'eau, puis pressées dans les mains jusqu'à ce qu'il ne s'échappe plus une goutte de liquide, retiennent, pour 1000 parties d'étoffe sèche, le lin 740, la flanelle 913. Mises à évaporer, 1000 parties de lin abandonnent, en 75 minutes, 511 p. d'eau; la laine, seulement 456; dans les 30 minutes qui suivent, le lin ne perd plus que 130, la laine encore 148; dans les 30 autres minutes, le lin perd aisément 44, la laine 115 p. 1000. Voilà une démonstration de la lenteur d'assèchement de la laine et de la rapidité de celle du lin. La soie sèche encore plus vite que la toile de lin (Klas Linroth).

L'expérience la plus vulgaire nous fait d'ailleurs connaître que l'absorption par la toile de lin ou de chanvre est rapide, immédiate; dans l'opération banale de se laver les mains ou le visage, tout le monde sait que l'on ne s'essuie vite et bien qu'avec des pièces de cette toile; la toile de coton essuie mal et le drap encore moins.

Ceci est, dès maintenant, une indication formelle, respectée à peu près partout, d'appliquer le linge de chanvre ou de lin aux besoins de la toilette, de la table et même de la cuisine, tandis que la toile de coton a toutes les qualités qui conviennent au linge de corps. Il n'y a pas d'exception notable à faire pour le linge *nocturne;* les gens aisés ont des draps de lit en toile de lin, dont la fraîcheur a quelque agrément en été; mais les draps de coton seraient tout aussi salubres; en hiver, d'ailleurs, nous avons soin de n'entrer dans nos draps que revêtus d'une chemise de nuit en coton et, à bien dire, les draps de lin ne sont que la doublure des couvertures de laine à qui nous demandons le service le plus positif, celui de nous conserver la chaleur du corps.

D'après Klas Linroth, la température n'influence pas sensiblement l'absorption d'eau par les tissus; cette absorption dépend du degré de saturation de l'air. Par un temps de brouillard, la quantité d'eau retenue par 1 000 grammes d'étoffe sèche dépasse de 200 grammes le poids de l'eau que cette même étoffe retiendrait dans un air d'humidité moyenne (60 à 70 p. 100). Le vent ne diminue pas l'hygroscopicité des tissus; la couleur n'a pas d'influence.

Quantité d'eau hygrométrique absorbée à saturation (Klas Linroth).

TEMPÉRATURE de L'ENCEINTE.	HUMIDITÉ DE L'AIR.	1000 PARTIES EN POIDS ABSORBENT			
		FLANELLE.	SOIE.	TOILE.	COTON.
15°1	27 p. 100	36	30	21	20
12,2	36 —	54	41	30	29
15,2	47 —	65	52	42	36
12,2	54 —	90	63	48	49
12,4	64 —	104	90	59	57
5,2	64 —	115	86	61	60
22,2	64 —	117	103	64	64
13,8	85 —	165	144	96	99
9,2	95 —	218	163	134	135
7,8	98 —	225	193	142	155
18,9	98 —	235	163	133	128
0,9	saturation.	273	271	200	239

Les étoffes absorbent rapidement de 23 à 60 p. 100 de l'eau nécessaire à leur saturation, en 10 minutes par exemple. La saturation a lieu au bout de 2 heures dans une atmosphère d'humidité moyenne (70 p. 100). Au contraire, quand l'air est très humide, il faut 12 à 15 heures pour que l'étoffe arrive au maximum relatif de saturation dont elle est susceptible dans ces conditions. Dans l'air à 95 centièmes de saturation, la flanelle n'a absorbé au bout des 10 premières minutes que 35 p. 100

de l'eau qu'elle pourra définitivement retenir; 86 p. 100, au bout de 2 heures, et la saturation définitive ne sera obtenue qu'au bout de 6 heures. Les recherches de Klas Linroth le portent à conclure que les étoffes enlèvent moins facilement, toutes choses égales d'ailleurs, l'eau à notre corps qu'à l'air extérieur.

Par l'immersion des étoffes dans les solutions de sels acides d'alumine (par exemple de l'acétate d'alumine acide à 1 p. 100), d'après Arnold Hiller, on leur communique la propriété d'être imperméables à l'eau sans le devenir pour l'air, ou tout au moins sans perdre plus de 3 à 11 p. 100 de leur perméabilité pour ce gaz. Elles ont en outre l'avantage de rester perméables à l'air, même étant mouillées; tandis que, dans les conditions ordinaires, l'humectation diminue beaucoup cette perméabilité. L'imprégnation alumineuse ne détermine évidemment pas une imperméabilité véritable, à l'eau ni à l'air, et il y a ici un abus de mots; elle diminue simplement l'affinité capillaire du tissu pour l'eau; *le tissu ne se mouille plus*, voilà tout. Nous hésitons à croire que l'imbibition à la gélatine, conseillée par Hiller comme complément de l'aluminage, ne diminue pas réellement la perméabilité des étoffes et ne les rapproche pas des vêtements enduits de caoutchouc. Quoi qu'il en soit, en tolérant les étoffes ainsi préparées pour la confection des manteaux, nous pensons qu'il convient de surseoir à leur emploi, sous forme de chemises de laine, dans les vêtements qui reposent à même sur la peau et dont une partie du rôle utile est précisément d'absorber l'eau de la sueur. Quand toute la sécrétion aqueuse de la peau n'est point évaporée, que devient la partie liquide, avec ces tissus qui ne se mouillent pas?

Propriétés lumineuses et électriques. — On n'a guère étudié l'influence du vêtement à ce double point de vue, quoiqu'il soit on ne peut plus légitime de soupçonner qu'elle est loin d'être nulle. Il n'y a pas de substances vestimentaires absolument diaphanes, pas plus qu'il n'y en a de diathermanes; cependant elles sont plus ou moins opaques, et il est à supposer que celles qui laissent passer quelque peu de lumière sont plus avantageuses à la tonicité du tégument que les enveloppes complètement opaques. Il est vrai que l'opacité est presque corrélative d'un haut degré d'impénétrabilité à l'air; il y a donc une association d'influences.

Les matières animales, soie et laine, se chargent aisément d'électricité négative par le frottement; les fils de lin et de chanvre sont bons conducteurs de l'électricité. Il serait étonnant que ces propriétés fussent indifférentes vis-à-vis des phénomènes biologiques chez les êtres qui revêtent leur tégument de larges enveloppes faites de ces substances. Mais, nous le répétons, ce n'est là qu'une induction qu'il reste à traduire en formules.

Nous avons dit précédemment l'influence remarquable, au point de vue des propriétés thermiques, de la couleur des vêtements, c'est-à-dire de leur aptitude à réfléchir ou à absorber tout ou partie des rayons du prisme. Les couleurs révèlent des aptitudes d'un ordre analogue sous le rapport d'une qualité qui intéresse spécialement l'hygiène militaire : la *visibilité* à distance. Bornons-nous à dire ici que la visibilité à distance des étoffes vestimentaires varie selon la couleur et d'une façon exactement inverse de l'effet produit par celle-ci sur la puissance d'absorption calorique.

Aération du corps par le vêtement. — L'air est le milieu naturel de l'homme ; il ne faut pas que le vêtement l'isole absolument de l'atmosphère.

Nous avons rapproché le vêtement de l'*habitation ;* comme celle-ci, le vêtement enferme, non les groupes, mais chaque individu dans une atmosphère limitée, immobile relativement, et qui peut arriver au confinement. Il doit y avoir, par le vêtement lui-même, une ventilation *naturelle* du corps et une ventilation *artificielle*, méthodique, voulue. La peau respire aussi.

La forme flottante des vêtements antiques donnait probablement une grande prédominance à la ventilation naturelle par leur intermédiaire. Les étoffes de ce temps-là, perméables comme les nôtres, conservaient les villosités que l'industrie moderne leur enlève si exactement ; elles laissaient passer l'air du dedans au dehors et réciproquement, elles en gardaient une provision dans leurs mailles velues ; les amples plis des robes et des manteaux, tantôt rassemblés sur le corps, tantôt lâches et flottants, permettaient à l'air extérieur de venir remplacer d'instant en instant celui qui avait été en contact avec la peau du porteur. De nos jours, tous les vêtements collent au corps ou à peu près ; ce ne sont que ligatures, constrictions et fermetures exactes ; la ventilation naturelle est réduite à son minimum, et les échanges entre l'air du dehors et l'atmosphère confinée, en contact avec la peau, n'a lieu qu'à travers les pores de la matière vestimentaire. Que reste-t-il comme ressource de ventilation ? l'abandon provisoire, une fois par jour, du vêtement diurne, pour en prendre un autre pendant la durée de la nuit, et le changement définitif, plus ou moins fréquent, des pièces de vêtement, spécialement du linge de corps, contre des vêtements fraîchement lavés et aérés. C'est une ventilation un peu rare, elle l'est beaucoup dans certaines classes ; mais, au moins, elle est complète. Les anciens ne l'avaient pas ; ils ne connaissaient pas le linge de corps et dormaient probablement dans le même costume qu'ils portaient en plein jour, comme font encore aujourd'hui les ordres religieux, en souvenir des beaux jours de l'an 1000.

D'ailleurs, les étoffes ne sont pas simplement perméables à l'air ; elles l'absorbent et, par conséquent, aussi les gaz divers qui peuvent être mélangés avec lui. Stark a démontré que la faculté d'absorption pour les particules odorantes se comporte, dans les étoffes colorées, absolument comme l'absorption de la lumière et de la chaleur. De plus, les étoffes de couleur sombre retiennent plus longtemps les odeurs que celles de couleur claire ; enfin cette imprégnation par les particules odorantes est plus énergique de la part des tissus de provenance animale, la soie en tête, que de ceux qui sont fournis par les végétaux. Wunderlich a constaté que la toile de lin teinte en bleu absorbe 56 parties d'ammoniaque, pendant qu'une identique, mais non colorée, n'en prend que 36 ; mais c'est essentiellement la matière même du tissu qui décide du pouvoir absorbant pour le gaz ; pendant que la laine absorbe 100 d'ammoniaque, le lin n'en prend que 72, la soie 36 et le coton 15. L'état humide augmente cette propriété de l'absorption gazeuse ; l'état rugueux ou velu des surfaces élève à la fois et cette propriété et celle de retenir les molécules odorantes.

Le vêtement appareil de protection. — Il est des circonstances dans lesquelles on fait bon marché de toutes les propriétés qui viennent d'être indiquées, pour ne chercher dans le revêtement artificiel du corps qu'un

moyen de faire échapper celui-ci ou quelqu'une de ses parties à l'action des contacts irritants ou des agents vulnérants. C'est essentiellement le cas de la chaussure et de quelques appareils de guerre, *casques* et *cuirasses*, que nous ne ferons que mentionner.

Les enveloppes métalliques sont de détestables vêtements ; ce qui a été dit plus haut le fait suffisamment comprendre. La cuirasse et surtout le casque, bons conducteurs du calorique, ont certainement prêté à de nombreux accidents d'insolation, générale ou locale. Mais c'est peut-être une nécessité stratégique, et ce que l'on peut demander, c'est que les organisateurs des armées en réduisent les inconvénients au minimum.

La chaussure n'est pas foncièrement indispensable ; de nombreuses familles humaines s'en passent ou peu s'en faut. Mais elle est entrée définitivement dans les mœurs des peuples civilisés, et il faut la regarder comme une chose dont personne ne se passe plus. Aussi bien est-il nécessaire que les habitants des pays froids enveloppent de quelque isolant les extrémités qui se trouveront en contact avec le sol humide ou glacé, et que, partout, dans l'existence artificielle du moment, l'homme qui foule le rude pavé des villes, le soldat qui fait de longues étapes sur le silex des routes, et jusqu'au laboureur dont la charrue renouvelle l'âpreté de la surface terrestre, tous arment leur pied d'un revêtement capable d'émousser les heurts contre les aspérités du sol et de rendre la progression plus assurée. La chaussure doit remplir cet office de protection sans compromettre ni entraver les mouvements ; c'est le cuir des animaux qui fournit les substances les mieux appropriées à ce besoin, ainsi que cela sera exposé tout à l'heure.

Provenance et préparation des matières vestimentaires. — Il semble peu utile de s'arrêter aux substances minérales, qui fournissent le vêtement-armure et les gilets d'amiante, incombustibles.

Matières végétales. Lin, chanvre, jute, coton, phormium, ramie, etc. — Tous les végétaux énumérés dans ce titre possèdent cette propriété commune de fournir des fibres textiles, que l'industrie recueille, dégage du végétal et transforme en ces tissus qui méritent d'une façon générale le nom de *toiles*, encore qu'ils puissent en porter d'autres dans la terminologie commerciale.

Les étoffes de lin sont celles dont l'usage remonte au temps le plus reculé; on en enveloppait les momies chez les Égyptiens. Il ne paraît pas qu'elles eussent jamais pu devenir, non plus que celles de chanvre, d'un emploi vulgaire, si le génie industriel n'avait trouvé les merveilleuses machines qui servent aujourd'hui à filer et à tisser les fibres superposées à la tige de ces deux végétaux. Mais peut-être ce grand mouvement a-t-il dépassé le but et, après avoir mis le linge de corps à la portée de tous, commet-il une réelle faute économique en diminuant, par l'abus de la machine et des procédés chimiques, l'étendue des propriétés utiles et la résistance de la matière première.

Le lin est cultivé sur de vastes espaces dans le département du Nord, en Algérie, en Russie et dans l'Inde; c'est-à-dire que cette plante précieuse a une grande complaisance d'acclimatement. Pour le dire en passant, son rendement en graine est en voie d'acquérir une importance qui ne le cédera pas à celle de la matière textile. Les cultivateurs du Nord, qui ne peuvent semer plus d'une fois la graine de

leur récolte, en achètent à la Russie pour plus d'un million de francs chaque année. La graine de lin fournit l'huile à la céruserie et à la peinture ; il reste, après l'extraction de l'huile, un tourteau très estimé.

Les fibres textiles du lin et du chanvre sont incorporées à l'écorce de la tige par une matière gélatineuse dont les débarrasse le *rouissage*. Cette opération, qui n'est guère moins qu'une putréfaction méthodique, se fait en grand dans la Lys (département du Nord) et réclame l'attention de l'hygiène à titre de cause spéciale d'altération des cours d'eau. Aussi bien, la question ne paraît-elle pas tout à fait éclaircie, autant qu'il résulte du savant travail que Vallin lui a consacré. Il semblerait, dans tous les cas, regrettable qu'on fût quelque jour obligé d'y substituer des procédés chimiques, analogues à ceux qui opèrent aujourd'hui le blanchiment de la toile avec rapidité, mais non sans compromettre la valeur du tissu. Il vaut mieux chercher les moyens de rendre inoffensif le rouissage à l'eau, si tant est que, pratiqué dans les *eaux courantes*, il présente des dangers réels.

On appelle *jute* les fibres du liber de plusieurs espèces de *Corchorus* de l'Inde (Tiliacées). Les filaments en sont très longs ($1^m,50$ à $3^m,50$); ils ont un éclat de soie et une couleur blanchâtre passant au brun par l'exposition à l'air ; ils se travaillent à l'eau chaude. Le jute ne donne qu'une toile grossière, propre aux emballages et à la confection des sacs. On le mêle cependant quelquefois au chanvre et au lin. Le sulfate d'aniline permet de déceler la fraude ; il teint le jute en jaune intense, tandis qu'il ne colore le chanvre qu'en jaune faible et pas du tout le lin.

Le *Phormium tenax*, le *Ma* et l'*Abaca* ont peu d'importance dans nos contrées. C'est encore la tige de ces végétaux qui renferme les fibres.

Dans le *coton*, la matière textile est la bourre soyeuse dans laquelle la nature a plongé les graines ; d'où résultent des opérations, notablement différentes de celles qui concernent le lin, pour préparer les fibres à être filées et tissées.

La *ramie* provient d'une plante (*Bemaria utilis*), que l'on a rangée, peut-être à tort, dans la famille Urticées, et qui se cultive depuis longues années en Chine (*China-grass*). La tige est ligneuse et a la grosseur d'un crayon ordinaire. En 1870, un concours fut ouvert en Angleterre pour l'invention d'une machine à décortiquer la ramie. Malgré plusieurs échecs successifs, on a fini par trouver une décortiqueuse satisfaisante. Une Société française existe à Avignon et l'on cultive la ramie dans le département de Vaucluse, en remplacement de la garance disparue. Naguère, il fallait la faire venir de Chine et d'Égypte.

Après blanchiment, la fibre de ramie est très blanche et peut être filée. Elle ressemble un peu à la soie et prend bien la teinture.

On peut voir, dans la figure 207, les caractères microscopiques de quelques-unes des fibres textiles.

Pour rendre cette énumération complète, mentionnons simplement les tiges de diverses graminées, les fibres des *palmiers*, de l'*osier*, dont on fait des chapeaux ; la *paille*, le *varech*, etc., qui servent à la confection de pièces de literie. Enfin, le *caoutchouc*, avec lequel on imperméabilise certains vêtements, détestables par cela même qu'ils sont imperméables. Ce qui n'ôte rien aux mérites du caoutchouc, qui rend aux sciences, aux arts et à la chirurgie de si précieux services.

Matières animales. Laine, soie, fourrures, cuirs. — On peut faire immédiatement, dans cet ordre de substances, deux classes : celles qui sont employées à l'état de tissus, laine et soie, et celles qui ne se tissent pas, les cuirs. Les fourrures appartiennent tantôt à l'une, tantôt à l'autre ; quelques-unes passent par un état spécial : le *feutrage*, pour remplir l'office qu'on en attend.

La *laine* est le poil des animaux de l'espèce ovine ; l'ensemble de ce que peut fournir un individu de cette espèce s'appelle toison et pèse de $1^{kil},50$ à 8 kilogram-

mes. Les laines des moutons dits *de haut pays* sont courtes, fines, frisées ; les mérinos rentrent dans cette catégorie. Celles des moutons de plat pays sont longues, les poils à courbures moins raides. Une toison renferme de 15 à 70 p. 100 de suint, l'animal ayant été lavé ; 50 à 80 lorsqu'il ne l'est pas.

La laine de brebis est blanche ou jaunâtre ; chaque poil a une longueur variant de $0^{m},1$ à $0^{m},32$, une largeur de 0,014 à 0,06 de millimètre. Vu au microscope, il reproduit les traits de la structure de tous les poils ou cheveux, c'est-à-dire d'un ensemble de cônes épithéliaux emboîtés les uns dans les autres (fig. 207), avec des traces d'un canal médullaire. Chaque cône inférieur, tronqué, déborde un peu le cône supérieur ; il en résulte une série d'arêtes minces, irrégulières, qui expliquent la disposition des poils à se feutrer.

La laine qui a été travaillée, et surtout qui a été portée, montre moins bien les écailles épithéliales ; en revanche, on y voit mieux la substance fibrillaire sous-jacente à l'enveloppe corticale.

Les opérations industrielles dont la laine est l'objet se rapportent à deux types

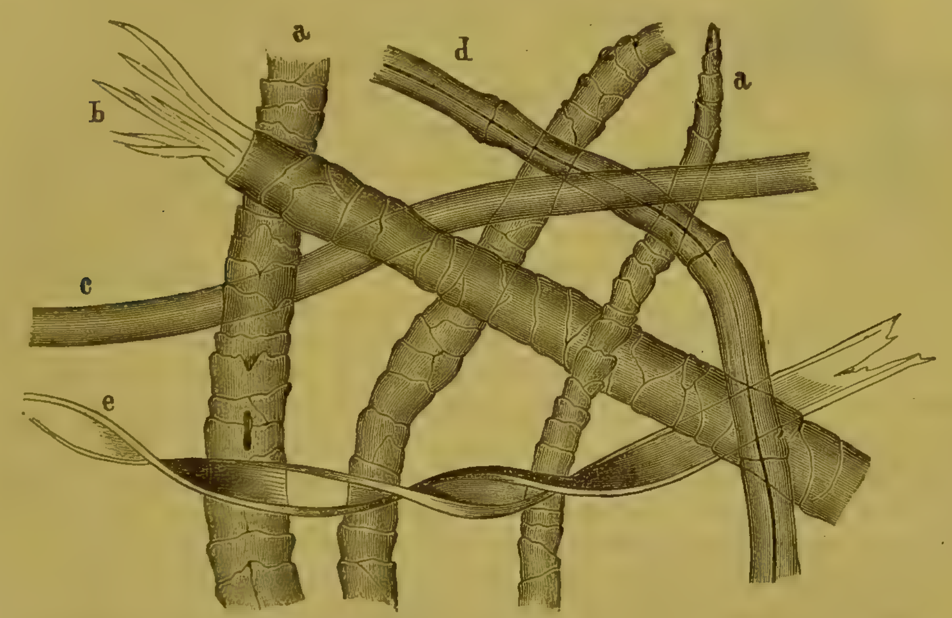


Fig. 207. — *Mélange de fibres textiles, animales et végétales* (Roth et Lex) (*).

essentiels : la préparation des laines pour la fabrication des draps et flanelles (laines *cardées*), et la préparation de celles dont on fera les étoffes lisses, lénos, mérinos, orléans etc., (laines *peignées*). Toutes entraînent des déchets organiques animaux, emportés par les eaux de lavage et dont la disparition (ou mieux l'utilisation) est un problème d'hygiène publique qu'il ne faut pas perdre de vue. Heureusement il n'est pas insoluble, il est même en partie résolu. (Voy. p. 775.)

Pourquoi ne dirions-nous pas ici que l'industrie, qui ne recule jamais, fabrique avec des chiffons de laine, dont les plus mauvais ont été convertis en engrais (azotine), des étoffes que les gens les moins dénués de prétentions achètent avec empressement sous le nom de *draps-Renaissance* (le qualificatif n'est que trop exact) ?

Des substances analogues ou supérieures à la laine, en réalité moins intéressantes pour nous, interviennent dans la confection de tissus d'un prix généralement élevé. Ainsi : la laine de Kaschmir, poils des chèvres de cette région de l'Inde ; la

(*) *a*, laine neuve ; *b*, laine qui a été portée ; *c*, soie ; *d*, lin ; *e*, coton.

laine de vigogne, d'alpaga, le poil de chameau (mohair), le poil de lièvre, de chat, le crin, etc.

La *soie* est, comme on sait, un merveilleux produit de sécrétion dans lequel s'enveloppent la larve du *Bombyx du mûrier* et celle de quelques autres bombyx, pour y passer, princièrement couchées, le temps qui les sépare du moment où elles se réveilleront animal complet. Deux fils d'une finesse inouïe sortent de la bouche du ver et s'agglutinent aussitôt en un brin unique, soyeux et d'une extraordinaire résistance. Quand le *cocon* est à point, on étouffe la chenille, qui ne l'a filé que pour elle et le couperait à l'heure de sa métamorphose.

Les brins de soie mesurent de 9 à 21 millièmes de millimètre d'épaisseur. Sous le microscope, ils apparaissent comme des tubes homogènes, cylindriques, transparents, à contours très nets. Dans la soie qui a été mise en usage, on peut remarquer une scissure dans l'axe du fil; c'est un commencement de destruction (fig. 208).



Fig. 208. — *Brins de soie*, 300 × 1 (Roth et Lex).

Le travail des cocons et la fabrication des étoffes de soie sont une grande industrie française, un instant compromise par « la maladie des vers à soie », la *flacherie* et la *pébrine*, dont Pasteur a indiqué le remède. Mais si, par patriotisme, nous nous intéressons grandement à la soie, l'hygiène prend beaucoup moins de part à nos préoccupations. Les tissus de soie sont-ils des vêtements? En vérité, non. Ce sont des emblèmes de luxe, officiels ou privés, sous lesquels se place le vrai vêtement, le vêtement en rapport avec les fonctions physiologiques, celui-là n'intéressant que des fonctions publiques et sociales.

Les matières vestimentaires qui ne se tissent pas comprennent essentiellement : les peaux d'animaux avec la fourrure, les plumes, le cuir.

Les *peaux d'animaux à fourrures* sont d'excellents moyens de conservation du calorique, par ce fait que les poils drus et longs, renferment le meilleur de tous les isolants, l'air. Les plumes sont absolument dans le même cas et remplissent cet office d'autant mieux qu'elles sont plus déliées, plus duvetées, exemptes de parties dures qui auraient quelque pouvoir conducteur et rendraient la division de l'air moins parfaite. Les explorateurs des régions polaires ont fait l'expérience que le duvet de l'eider est supérieur à la fourrure du buffle et de l'ours blanc (Parry, Peyer), en ce qu'il est infiniment plus léger et peut se porter en été comme en hiver; les fourrures ne sont indispensables que pour le repos nocturne, par des froids de 30 à 40 degrés au-dessous de zéro. Les matelots de Parry se trouvèrent bien de porter leurs vêtements de peau le poil en dedans; cette pratique peut donner immédiatement un résultat agréable, mais le poil en contact avec le corps se pénètre d'humidité, qui en annule les bons effets et, lorsqu'on vient à remettre le côté velu en dehors, de petits glaçons se forment aux extrémités des poils. Les Lapons et les Kamtschadales portent leurs fourrures constamment le poil en dehors; quelques Esquimaux ont deux peaux, l'une avec le poil en dehors, l'autre, en contact avec le corps et le poil en dedans. L'humidité nuit beaucoup aux fourrures; elle fait tomber le poil des peaux de rennes et raidit le cuir de toutes. C'est pour cela que le capitaine Nares, dans son expédition de 1875, préféra munir son équipage d'épaisses couvertures de laine.

Dans nos pays tempérés, les vêtements de fourrures sont un luxe agréable et que les riches peuvent seuls se permettre. On reconnaîtra, au moins, qu'ils rendent de réels services contre le refroidissement des extrémités.

Les peaux à fourrures sont l'objet de préparations qui se rapprochent de l'art du tanneur et qui ont pour but de les rendre incorruptibles et inattaquables aux parasites.

Les poils d'un certain nombre de rongeurs, autrefois le castor, aujourd'hui le lapin, fournissent l'aliment de la vaste industrie des *chapeaux de feutre*, non moins intéressante au sujet des ouvriers qu'elle emploie qu'en ce qui concerne les consommateurs. Nous avons dit la raison pour laquelle les poils des animaux sont disposés à se prêter au feutrage.

Le *cuir* est la partie la plus dense du derme des animaux, dépouillée de son épiderme et des fibres lâches sous-jacentes, condensée par des opérations mécaniques et rendue imputrescible par sa combinaison avec l'acide tannique. C'est essentiellement la peau des ruminants qui est affectée à ces manipulations, en vue de fournir le vêtement des extrémités inférieures, la *chaussure*. Les cuirs de vache et de veau servent à fabriquer l'*empeigne;* la peau du bœuf et celle du taureau sont destinées aux *semelles*. Les prairies américaines envoient en Europe des cargaisons de peaux; les animaux n'ont été abattus à peu près que pour leur cuir.

La préparation des cuirs, le *tannage*, est une opération longue et délicate, qui appellerait l'attention de l'hygiène rien que parce qu'elle s'exerce sur des matières animales, mais qui mérite encore d'être suivie en ce que, des soins avec lesquels elle s'accomplit, dépendent la résistance, l'imperméabilité, la souplesse des chaussures, auxquelles on demande précisément et tout d'abord toutes ces qualités. Le point capital est que les mailles du derme soient également et profondément pénétrées de *tan*.

Le *tan* est une poudre obtenue avec l'écorce des chênes de douze à quinze ans; les diverses espèces de chêne en fournissent; on peut également employer l'écorce du bouleau, de l'aune, du châtaignier, du sapin et une infinité d'autres substances végétales, riches en acides tannique et gallique.

Convenablement nettoyées et ramollies, les peaux sont mises à *gonfler* dans un bain d'eau de chaux, ou d'eau étendue d'acide sulfurique, ou mieux dans la *jusée*, liquide acidulé qu'on obtient par la fermentation de la farine d'orge. Quand cette préparation a donné le résultat voulu, on *enfosse* les peaux. Les fosses ont plusieurs mètres de profondeur; sur le fond de chacune, on étend une couche de tan de 30 centimètres d'épaisseur; sur cette couche, on déploie une première peau, qui est saupoudrée de 6 à 8 centimètres de tan; puis une seconde et ainsi de suite, en alternant les stratifications de peaux et de tan. On termine par une couche de poudre de 50 centimètres. Le tout est recouvert de planches, que des pierres suffisamment lourdes compriment, et l'on y coule l'eau nécessaire. Il faut 150 kilogrammes de tan pour 40 kilogrammes de peau. Autrefois, l'enfossage durait deux à trois ans. Pressés par la concurrence et aidés des agents chimiques, les industriels en ont considérablement abrégé la durée, au détriment des qualités de leurs produits. Le tannage à la jusée ne dure actuellement pas plus de huit à dix mois; encore le trouve-t-on trop long, et les chimistes vantent-ils délibérément des procédés bien plus expéditifs. En voici un que Joltrain a proposé à la *Société française d'hygiène* de la part de Ch. Pavesi, de Mortara :

Perchlorure de fer....................................	10 parties.
Eau..	100 —
Chlorure de sodium....................................	5 —

On verse la solution dans des cuves de bois, que l'on remplit de peaux convenable-

ment préparées et que l'on soumet à une température de 15 à 20 degrés pendant quelques semaines. Après ce temps, on retire les peaux, on les sèche, et le reste des opérations se poursuit comme d'habitude.

Il faut se garder de rien condamner *a priori;* mais voilà, certes, une méthode de laquelle il est prudent d'exiger des preuves.

Teinture des étoffes. — Toutes les substances textiles, mais surtout le coton, la laine et la soie, sont appelées, dans l'industrie, à recevoir l'addition d'une matière colorante, soit sur la matière première ou plutôt sur les fils, soit sur les tissus déjà confectionnés. Le premier mode est la teinture par *immersion;* le second emploie tantôt l'immersion, tantôt l'*impression.* Ces opérations appartiennent à l'hygiène industrielle par les conditions de salubrité du travail, et à l'hygiène vestimentaire en général par ce fait qu'un très grand nombre de matières colorantes, bien acceptées par l'industrie, sont des agents toxiques dont le contact avec la peau humaine soulève de justes appréhensions : ainsi les *couleurs d'aniline.*

Il est fort probable qu'une seule substance et toujours la même est le vrai coupable dans tous les accidents d'empoisonnement de provenance vestimentaire qui ont été signalés, à savoir, l'*arsenic.* Autrefois c'étaient le vert arsenical de Schweinfurth et l'arséniate d'alumine (violet, jaune ou rouge-brun), qui étaient en cause; l'arsenic y entrait ouvertement; on pouvait trouver plus de 2 grammes d'acide arsénieux dans un mètre de certaines étoffes, particulièrement dans ces fameux voiles verts, très à la mode chez nos grand'mères. Aujourd'hui, ce sont les couleurs d'aniline, la *fuchsine* notamment, et la *coralline*, obtenue en traitant l'acide rosolique par l'ammoniaque. Non pas que la fuchsine, peut-être, soit toxique par elle-même; mais on obtient la rosaniline, dont ces matières colorantes sont des sels, en traitant l'aniline par des oxydants, parmi lesquels deux sont aussi dangereux que fréquemment employés: le *nitrate de mercure* et l'*acide arsénique.* De telle sorte qu'il est rare que la fuchsine ne renferme pas plus ou moins de substance vénéneuse. Les observations de Viaud-Grandmarais et de Richardson ont montré que l'application sur la peau de vêtements teints avec cette matière détermine des éruptions vésiculeuses locales et des symptômes généraux. De même pour la *coralline*, que Tardieu a dénoncée le premier, en 1869 ; cette substance, pure, est vraisemblablement inoffensive, mais on se sert pour l'appliquer d'un mordant qui est encore un sel arsenical.

L'hygiène (plus que l'industrie) cherche une couleur végétale qui puisse fournir sans danger les nuances vertes, bleues, rouges, violettes, habituellement obtenues par le vert de Schweinfurth, le cobalt de Hongrie, l'aniline. Collineau et Savigny pensent avoir trouvé cette substance dans la *cauline*, qui provient de végétaux indigènes d'une culture facile, d'extraction très simple, s'unissant à l'acide picrique comme l'indigo. Ils la proposent pour les étoffes et les papiers peints.

Formes et adaptations du vêtement. — La considération, qui prime toutes celles dont le sujet actuel est susceptible, est qu'il ne saurait y avoir de règles invariables en pareille matière, même sans sortir des exigences physiologiques. En effet, le climat, les ressources du pays, les habitudes nationales, imposent des formes de vêtement dont l'origine remonte à quelque fait de première importance et qu'il serait dangereux de méconnaître. Même dans nos pays tempérés, le vêtement d'été et le vêtement d'hiver ne se ressemblent pas, et à juste titre ; les citadins et les paysans adoptent, d'instinct, des étoffes et des modes différentes, appropriées à leurs besoins respectifs.

L'hygiène a pourtant toujours le droit de demander que le vêtement, masculin ou féminin, ne comporte *pas de ligatures ni de constrictions*, localisées ou étendues, compromettant la circulation sanguine, limitant les mouvements et capables de devenir des causes de déformation. Les chemisiers, les tailleurs, les couturières, qui nous étranglent à l'encolure, aux entournures, à la ceinture, sont de réels coupables; il devrait y avoir des punitions légales contre les cordonniers qui, dès l'enfance, déforment les pieds de leurs clients. Il y aura peut-être quelque jour une administration militaire décidée à réaliser le vœu des hygiénistes de tous pays, en donnant aux soldats un uniforme qui satisfasse à la fois la liberté des mouvements, le jeu des appareils organiques et cette régularité d'attitudes, qui est nécessaire chez les soldats, mais semble pouvoir être obtenue sans les étrangler. On a beaucoup progressé, sous ce rapport, et supprimé bien des accessoires inutiles ou gênants, dont chacun, d'ailleurs, se débarrassait vite en campagne, comme les médecins de l'armée s'empressent de rentrer au fond de leurs cantines les ornements qui n'aident point à panser les blessés ni à ausculter les malades. Les *costumes* sont un reste de barbarie. Il fut un temps, dans l'enfance de l'humanité, où le mâle de notre espèce se bariolait à l'instar du mâle des oiseaux à l'époque des amours; avec le progrès, cette mise en scène de coquetterie a passé de l'homme à la femme. A quel propos conserver l'uniforme du soldat, la robe du prêtre, du magistrat, du professeur? C'est de la fatuité de sauvage. « On y renoncera, dit Letourneau (Charles), comme on a renoncé à se perforer le nez et à se déformer le crâne. »

Il y aurait bien encore les droits de l'esthétique à faire valoir, et l'hygiène se désintéresse bien moins qu'on ne croirait du culte du beau. Mais notre génération très occupée et très utilitaire se soucie assez peu d'entretenir la production des œuvres de goût, même dans les choses dont on se sert tous les jours; les beaux-arts ont bien assez d'habiter les musées et d'apparaître dans les salons, les jours de réception: on ne sort pas avec cela. Il faut reconnaître, d'ailleurs, que la femme, à qui échoit naturellement la garde de l'art dans le costume, puisque c'est un auxiliaire de la beauté, est tombée de nos jours au dernier degré de l'esclavage des couturières et des modistes, dont le principal talent est de faire excentrique et cher. A vrai dire, on ne crée une œuvre de goût que pour les cas particuliers; la mode actuelle, qui habille toutes les femmes de la même manière, est certaine d'être grotesque de temps en temps. Naguère, les robes collantes, où triomphaient de belles audacieuses, humiliaient les formes plates ou rebondies à l'excès; aujourd'hui, les robes sont surchargées de tant d'artifices, qu'on se demande si la réalité existe encore.

L'industrie s'associe avec un entrain parfait à tous ces essais risqués, à ces changements rapides, qui sont le caractère moderne du luxe; elle foule, brise, rase, tant qu'elle peut, avec des machines merveilleuses, la matière première des vêtements, et l'on peut compter que les étoffes ne procureront plus aux porteurs l'ennui de durer trop longtemps.

Le costume masculin, pour le moins insignifiant, semblerait avoir l'avantage d'être désormais fixé à l'habit noir, à la redingote, au paletot; mais ne pouvant plus changer les noms, les tailleurs varient la coupe et, pour leur intérêt, cela re-

vient au même, sans que le costume y gagne rien. Au moins ces pièces de vêtement ne sont-elles pas positivement incommodes, quand la confection en est soignée, et comprennent-elles, malgré la monotonie des couleurs, certains appareils capables de rendre de bons services.

On trouve encore, dans quelques recoins de la France, des vestiges d'un costume national, plus particulièrement conservé dans la partie féminine de la population, parce qu'il fait admirablement le compte de la coquetterie. Malheureusement, à cet égard du moins et peut-être à quelques autres, le peuple français s'homogénise avec une grande intensité; les campagnes vont aux villes et les villes aux capitales; dans peu de temps, les dernières traces de la vie locale s'effaceront, tout le monde se ressemblera et ce sera fait du pittoresque du costume.

Vêtement de la tête. — C'est un des vêtements les moins indispensables, puisque le crâne est naturellement protégé par les cheveux. Toutefois, le chapeau à bords larges a sa raison d'être dans les saisons et les pays de soleil, parce qu'il ombrage en même temps la face ; comme les bonnets de fourrure sont de mise dans les hivers des pays circumpolaires, attendu qu'ils préservent les oreilles, la nuque, les joues, parties découvertes, tout autant que le crâne. La coiffure doit, dans tous les cas, être légère et perméable à l'air ; un engin lourd et dur exerce des compressions fâcheuses ; un chapeau imperméable retient la sueur au contact des cheveux, les macère et en détermine la chute. La plupart des musulmans, et en particulier les Arabes d'Algérie portent le *fez*, ou calotte d'étoffe épaisse, doublée quelquefois à l'intérieur d'une calotte de linge ; cette coiffure est peu perméable, elle ne l'est même plus à la longue, car le fez se transmet de père en fils; mais les musulmans ont la tête rasée. Cela ne paraît pas être une coutume à emprunter aux indigènes, non plus que bien d'autres, également malpropres. Le *casque en liège* des colonies, très léger, protège bien la face et la nuque. Nos *chapeaux de feutre* sont trop peu perméables; ils rachètent en partie ce défaut par la forme haute, qui permet de conserver une atmosphère intérieure, au-dessus du cuir chevelu ; sans cet avantage, la forme de nos chapeaux de cérémonie serait complètement ridicule. On pratique de petites ventouses d'aération sur le fond et les côtés des chapeaux moins élevés, à calotte hémisphérique. A l'intérieur des habitations, à moins de calvitie (et encore), toute coiffure est superflue. La coiffure des femmes est plutôt une parure, un prétexte à fleurs et à rubans, d'après la richesse desquels on peut juger du degré de la hiérarchie sociale à laquelle appartient (légitimement ou non) la personne qui les porte. On s'aperçoit de reste que ce n'est pas pour se couvrir la tête que les femmes portent des chapeaux. En fait, sauf sous les climats extrêmes, elles n'en ont guère besoin. Les paysannes lorraines, qui travaillent beaucoup aux champs, se couvrent la tête et la face d'une sorte de capuchon en calicot, dans les moments de grand soleil ; il est évident que cette protection se rapporte plus aux yeux et au visage, y compris le cou, qu'au crâne lui-même. C'est, néanmoins, une saine pratique, aussi bien que celle, dans les mêmes circonstances, du chapeau de paille à larges bords, léger et ombrageant le visage et la nuque, sorte d'ombrelle que l'on n'est pas obligé de tenir à la main.

A de rares exceptions près et d'une façon transitoire, le cou n'a pas plus besoin de vêtement que la face ; les habitudes féminines le prouvent bien. Il gagne à être nu, pour assurer la liberté de la circulation des gros vaisseaux, et l'expérience a démontré que les personnes qui usent le plus du cache-nez et du boa sont les plus sujettes aux laryngites et aux angines. Par les froids intenses, il ne faut pas dépasser le foulard léger, porté uniquement au dehors.

Vêtements du tronc et des membres. — Dans nos habitudes, la pièce immédiatement en contact avec la peau est la *chemise.* Sous le rapport de la forme, la chemise doit être dans la règle générale de ne pas faire de constriction nulle part, spécialement à la base du cou. Au point de vue de la matière, elle est faite de lin (ou chanvre), de coton ou de flanelle. Ce qui a été dit précédemment permet de discerner les cas dans lesquels telle substance convient plus qu'une autre ; rappelons seulement que la sécurité du coton et surtout de la flanelle repose essentiellement sur leur pouvoir absorbant pour l'eau, et que, loin d'adapter la flanelle aux besoins de la calorification, il faut au contraire la regarder comme propice aux pays chauds, dans lesquels les sueurs abondantes sont inévitables. Dans nos pays tempérés, la flanelle n'est qu'une concession aux organismes délicats; l'éducation à l'eau froide lui est supérieure.

En Allemagne, Gustave Jäger s'est fait l'apôtre du vêtement de laine exclusif, du *règne de la laine*, comme dit P. Börner, et a proposé des modèles non moins excentriques que son système. Il ne semble pas qu'il ait été pris au sérieux par personne.

La chemise a surtout pour effet d'atténuer le contact des vêtements plus corsés, à surface rugueuse, que l'on met par dessus et qui sont les vrais protecteurs de la calorification. Le *caleçon* remplit à peu près le même office. L'un et l'autre, toutefois, se superposent au niveau du bas-ventre et protègent cette région, particulièrement sensible aux refroidissements. Pour cette raison et pour quelques autres, les femmes font bien de porter un pantalon. Chez les individus très susceptibles, la protection du bas-ventre est forcée d'aller jusqu'à la ceinture de flanelle.

Ni les *gilets*, ni les *redingotes*, ni les *tuniques* ne doivent sangler la taille, sous peine de gêner la respiration, de contrarier le travail de l'estomac, de déplacer les viscères abdominaux. Au même titre, le *pantalon* sera supporté par des bretelles élastiques plutôt que retenu sur les hanches par une ceinture serrée. La ceinture, encore faut-il qu'elle soit large, ne rend de services qu'au moment de l'effort, en soutenant la contraction des parois musculaires du ventre. Enfin, les femmes devront avoir la jarretière, élastique et peu serrée, au-dessus du genou et non au-dessous ; cette dernière position, généralement en usage chez les femmes du peuple, n'est probablement pas indifférente au développement des varices.

Le pantalon masculin est en drap ou en toile (coutil). Ce dernier, agréable dans la saison chaude, ne mérite qu'une confiance limitée; sous nos climats, un revirement de température est vite arrivé; la pluie, d'ailleurs, trouve le pantalon de toile apte à être vite mouillé et à évaporer de même ;

à ce moment, ce serait une grave imprudence que de ne pas reprendre au plus vite le pantalon de drap.

Chez les femmes, le rôle physiologique et sanitaire du vêtement est la dernière préoccupation qui vienne à l'esprit; par conséquent, les règles qui fixent la nature et la forme des vêtements n'empruntent à peu près rien à l'hygiène; ce n'est même pas la coquetterie qui inspire toujours la mise féminine, mais cet implacable tyran qu'on appelle la mode.

Parmi les appareils dont la femme revêt son corps délicat, il en est un, le *corset*, qui est moins un vêtement qu'une machine propre à modifier les formes et souvent à en créer d'artificielles. A un certain moment, qui n'est pas encore très loin de nous, les empiètements et les abus de cet engin sont devenus tellement criants que les anatomo-pathologistes eux-mêmes s'en sont émus et qu'à force de dénonciations, cette dangereuse machine a fini par prendre des proportions modestes. Le corset, si on l'abandonne à ses hardiesses, a la prétention de réaliser trois ou quatre choses qui, à tort ou à raison, passent pour autant de beautés : faire saillir le haut de la poitrine, amincir le milieu du corps, élargir les hanches, donner la rectitude à la taille. Les victimes, d'ailleurs, ne manquent pas de raisons spécieuses; il faut soutenir la colonne vertébrale et le thorax des jeunes filles, offrir un support aux seins volumineux, maintenir la paroi du ventre, disposée à céder à diverses distensions, etc. Or, les jeunes filles arrivent parfaitement à n'avoir que les ondulations naturelles et gracieuses de la colonne vertébrale sans aucune aide, pourvu qu'on ne leur fasse pas prendre des attitudes factices et vicieuses; bien que la femme soit particulièrement douée de la respiration costo-supérieure, elle a besoin aussi, pour respirer, du libre jeu de son diaphragme; les seins volumineux ont droit d'être soutenus, mais il ne faut pas croire que ce soit une beauté que de les avoir sous le menton, rassemblés de vive force sur la ligne médiane, puisque naturellement ils tendent plutôt à diverger sous les aisselles; enfin, le ventre de la femme est fait pour être distendu, et il vaut mieux laisser s'exercer la tonicité propre de ses parois que de la remplacer au prix du refoulement des gros viscères qu'il renferme.

En tout cas, les accusations formulées à l'endroit du corset ont été fort sérieuses et toutes ne sont pas des calomnies. Par la compression permanente du thorax et le surcroît de travail qu'il impose aux parties supérieures du poumon (la base étant annulée), il serait une cause d'*emphysème vésiculaire*, de diverses autres maladies de poitrine et, en particulier, de *tuberculose*; dans tous les cas, il est certainement un surcroît de gêne, lorsque ces maladies existent, quelle qu'en ait été l'origine. Il pourrait bien être une raison de *dilatation cardiaque*, puisque tout ce qui gêne la circulation veineuse oblige le cœur gauche à des efforts inusités et que, si la stase veineuse est pulmonaire, le cœur droit est immédiatement surchargé de besogne. Réciproquement, lorsque l'hypertrophie cardiaque est réalisée, pour une cause quelconque, l'emprisonnement du thorax dans le corset aggrave la situation. Le corset comprime l'estomac, abaisse le foie, refoule la masse intestinale vers le petit bassin, fait peut-être *flotter les reins*, procure aux organes génitaux internes, à l'époque de leur congestion physiologique, une compression fâcheuse. L'*ulcère rond* de l'estomac est plus fréquent chez la femme que chez l'homme; est-ce la faute

du corset ? nous nous garderons de l'affirmer; mais tout le monde a vu, à table, sur la fin d'un repas, des femmes d'une certaine opulence de formes et d'autant plus corsetées, respirer péniblement, attendre avec angoisse le moment où l'on quittera la position assise et où elles pourront, étant debout, rendre un peu d'espace à leur estomac à qui la dilatation en avant est absolument interdite. Que ce jeu soit inoffensif, nous en serions étonné. Pour ce qui est des seins, ces organes à l'honneur desquels les femmes ont peut-être le plus aisément accepté le *carcere duro* du corset, ce n'est certainement pas lui qui les fait naître quand il n'y a en a pas; et, lorsqu'il y en a, il en abuse et les compromet; tirer les seins en dedans et les repousser en haut est aussi propre à constituer peu à peu les mamelles pendantes que de les abandonner à leur propre poids; mais c'est bien plus dangereux, parce que le tiraillement avec compression dispose à l'atrophie. Cela, avec d'autres circonstances assez variées, est une des raisons pour lesquelles les femmes des classes riches, lorsqu'elles veulent allaiter leurs enfants n'en ont pas les moyens.

Il est plus que probable que le corset peut être, avec avantage, interdit aux jeunes filles jusque dans les premières années de la puberté inclusivement et que, quand il a réellement un rôle de soutien à remplir, il faut le réduire à son minimum, en faire une ceinture un peu large et élastique, jamais une cuirasse. Le progrès moderne supprime peu à peu les baleines et les lames d'acier, qu'on introduisait naguère dans les corsets, et les buscs qui descendaient jusqu'au pubis; l'appareil ne monte plus jusqu'aux aisselles; c'est une ceinture facile à tenir plus ou moins lâche, qui ne comprime ni ne refoule rien, et ne sert de point d'appui qu'à l'agrafe des jupons. Il n'en faut pas davantage et il est difficile d'accorder moins.

Vêtement des extrémités. — En général, les mains n'ont pas besoin d'être recouvertes et, en fait, les gants sont plutôt un usage de convention qu'un appareil utile. Pour les gens délicats, lorsqu'ils sont à l'extérieur par les grands froids, et même pour des ouvriers obligés d'avoir longtemps les mains à l'air, pour les soldats dont les armes refroidissent la peau en contact avec elles, les gants ne sont plus tout à fait du luxe ; mais l'enveloppe à laquelle on demande en pareil cas un service positif ne ressemble plus guère à celle dont on se sert pour maintenir la finesse de la main et la faire ressortir. C'est une étoffe corsée, quelquefois une peau doublée d'étoffe de laine, ou même une fourrure. Les dames, que ces gants effrayeraient, gardent la peau de chevreau, mais plongent leurs mains dans un manchon douillet.

Le revêtement des extrémités inférieures a notablement plus d'importance. Nous négligeons les habitudes des peuplades barbares, qui n'ont pas de chaussure, en quoi elles sont imitées par une partie de nos populations rurales, pendant la belle saison. Cette coutume a de sérieux avantages pour la forme et le développement du pied, mais elle expose la peau à bien des traumatismes; il est rare, d'ailleurs, qu'à un moment donné les « va nu-pieds » ne modifient pas eux-mêmes la simplicité de leur vêtement des extrémités, soit en armant la plante du pied d'une semelle de bois, soit en enveloppant toute la partie de morceaux d'étoffe qui la protègent contre le froid.

Nous superposons d'abord à notre pied un *bas* ou une *chaussette*, en laine ou en coton selon la saison. Quelques-uns suppriment cet intermé-

diaire et ont tort. Le bas ou la chaussette, en tout temps, recueillent une part des sécrétions abondantes et odorantes du pied; ils retardent l'accumulation de la malpropreté, suppléent pendant quelque temps au lavage de cette extrémité, assainissent la véritable chaussure; en hiver, ils deviennent un écran contre le refroidissement, le cuir n'étant presque pas une protection. Ils doivent être confectionnés suivant des principes qu'a formulés Mme Salquin et qui se rattachent à ceux qui vont être développés au sujet de la chaussure. Dans l'armée française, le soldat a réglementairement le pied nu dans son soulier ou sa botte ; mais tout homme qui en a tant soit peu le moyen se fournit lui-même de chaussettes de coton ou de laine. Si ces dernières devenaient une partie normale du vêtement donné par l'administration, il est à croire que les congélations seraient moins fréquentes dans les expéditions d'hiver.

Puis, vient l'enveloppe en cuir, *soulier*, *botte*, *bottine*, etc. Le cuir n'a plus que cette affectation dans l'hygiène vestimentaire ; les troupes de cavalerie elles-mêmes n'en revêtent que partiellement les surfaces de pantalon qui doivent être en contact avec le cheval ou avec le harnachement. Ce tissu naturel n'est pas d'un contact agréable à la peau, ni favorable à la calorification ; fréquemment mouillé, il durcit et gêne les mouvements. On ne voit plus de « culottes de peau » que parmi certaines populations pauvres, à l'existence faite de rude labeur et de privations, d'ailleurs lentes au progrès (les Souabes).

Or, indépendamment des lacunes déjà signalées dans la préparation des cuirs, la fabrication des chaussures est entre les mains d'industriels à qui l'axiome « se faire une chaussure à son pied » paraît devoir être pratiqué en sens inverse, qui font des souliers comme il leur semble bon et obligent nos pieds à se conformer à leurs caprices de Procuste. Voici, dit A. Nystrom, le résultat de cette étonnante pratique : « des doigts de pied atrophiés, serrés les uns contre les autres au point de remplacer leurs formes arrondies par des arêtes prismatiques permanentes : le pouce recourbé, se logeant où il peut, quelquefois sous les autres orteils, dévié de sa direction primitive; le métatarse transformé en un moignon aplati, informe; des os atrophiés, des muscles qui ont disparu par suite de l'immobilité à laquelle on les a soumis; des articulations sans souplesse; des callosités à toutes les saillies et à tous les points de frottement; une disposition à l'ongle incarné; le froid habituel du pied avec les conséquences de congestion qui en résultent; une tendance à l'établissement du pied plat; une démarche disgracieuse, causée par le malaise et entretenue par l'habitude ; une disposition aux engelures et aux localisations goutteuses, etc. ; sans compter la mauvaise humeur, la fatigue, le sentiment d'abattement, quand on ne peut se débarrasser de ses entraves.

La figure 209, de Wiel et Gnehm, représente une des déformations les plus ordinaires du pied par la chaussure *symétrique*, c'est-à-dire dont la semelle pourrait être partagée dans sa longueur en deux moitiés à peu près semblables, par une ligne médiane, et dont l'empeigne correspond par sa partie la plus saillante au milieu du dos du pied. Dans le cas de la

figure, l'étroitesse du soulier terminé en pointe et l'aplatissement de l'empeigne vers le bord antérieur ont fait *chevaucher* le deuxième orteil par dessus le premier et le troisième, rapprochés l'un de l'autre. Si, avec la même coupe de semelle, l'empeigne est plus lâche à sa terminaison antérieure, le deuxième orteil prend la forme *en marteau*.



Fig. 209. — *Pied déformé par la chaussure.*

C'est encore, selon H. v. Meyer, la chaussure symétrique qui est la cause la plus active du *pied plat* vrai, avec torsion et non point écrasement de la voûte du pied. L'empeigne dont la ligne de brisure est sur le milieu du dos du pied, et non sur le dos du gros orteil, pousse le pied à se mettre en *pronation* par abaissement du bord interne de la voûte plantaire et relèvement de son bord externe. Celui-ci glisse, par suite, en dehors, repousse et distend le contrefort de ce côté; le pied bascule et, la pression portant davantage vers le bord interne, le talon du soulier s'use davantage sur ce bord; ce qui tend à exagérer encore l'infirmité.

Depuis 1857, H. v. Meyer tient la campagne contre la chaussure dont les cordonniers nous ont imposé l'habitude. Bien que rencontrant des auxiliaires chez tous les hygiénistes, ses idées ne font cependant que des progrès très lents. Il se réclame, naturellement, comme Tourainne a fait depuis, de l'anatomie et de la physiologie du pied. Cet organe n'est pas symétrique ; il forme deux voûtes, une en long, l'autre en travers; la voûte plantaire antéro-postérieure a pour sommet une ligne allant du calcanéum à la tête du troisième métatarsien ; mais, dans la marche, l'appui se déroule du troisième au gros orteil, qui fait ressort quand le pied quitte le sol. Si la chaussure refoule celui-ci vers les autres, la largeur de la voûte est diminuée d'autant et c'est tout le pied qui donne l'impulsion locomotrice. La base de sustentation se rétrécit et la marche est moins sûre.

La chaussure doit permettre au gros orteil de garder sa place, qui, normalement, occupe le bord interne du pied et même le déborde en dedans. Les cordonniers ont tort de prendre mesure sur le *pied en l'air;* Tourainne recommande le procédé suivant : « on place un pied bien d'aplomb sur un cuir à semelle; à partir de la naissance du petit orteil, on trace avec un poinçon mousse, le manche légèrement incliné en dehors, une ligne qui contourne le pied jusqu'au niveau de l'articulation du gros orteil ; à 15 millimètres de l'extrémité antérieure de celui-ci, on tire une ligne perpendiculaire à l'axe du pied; avec une règle placée au côté interne, à 5 millimètres en dedans du gros orteil, on réunit la ligne latérale interne avec la ligne perpendiculaire antérieure. On agit de même à l'égard du petit orteil; mais on ne laisse entre lui et la règle qu'un espace de 3 millimètres. On coupe ensuite la semelle, on la retourne, on la place sur le cuir et, en suivant le tracé qu'elle détermine, on coupe la deuxième semelle, qui est identique à la première. »

Par ce procédé, on peut arriver à une bonne coupe de semelle, si l'on tombe sur des pieds qui ne soient point trop déformés. Meyer tire une ligne du milieu du talon au milieu du premier métatarsien et la prolonge en avant du pied; l'axe du gros orteil *devrait* se trouver dans ce prolongement, ou même un peu en dedans, si le pied n'était point déformé. Mais cette règle peut suffire, à titre de *minimum*. La semelle doit être coupée parallèlement à cette ligne, à partir du niveau de l'articulation métatarso-phalangienne du gros orteil, en s'écartant de celui-ci de la moitié au moins de sa largeur. Les deux semelles ont la forme de la figure 210. La ligne de brisure de l'empeigne, c'est-à-dire sa partie la plus saillante, doit correspondre à cette même *ligne du gros orteil* et non à la ligne médiane du dos du pied. Il faut pratiquer à la face supérieure de la semelle une dépression pour loger la saillie plantaire de la tête du premier métatarsien; une autre logera le talon. Ces dépressions comportent des saillies correspondantes dans la *forme*. On peut, dans des chaussures qui n'auraient pas été faites avec le creux pour le talon, l'obtenir en introduisant une garniture en forme de demi-cercle; le creux doit être un peu plus profond (1 centimètre) vers le bord interne du talon.

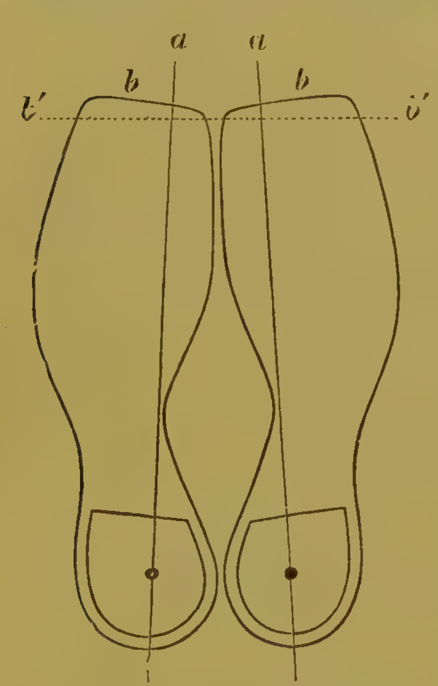


Fig. 210. — *Semelles et talons de la chaussure rationnelle* selon H. v. Meyer.

Le bord antérieur du talon de la semelle doit faire une ligne perpendiculaire à la ligne dite du gros orteil, en vue de rendre symétrique l'usure de cette partie. Le bord antérieur de la semelle sera, de même, perpendiculaire à la ligne *a*, au lieu de prendre la direction *b'b'*, qui serait disgracieuse. L'inélégance est, en effet, un reproche que l'on a fait souvent à la chaussure *rationnelle*. Meyer l'explique en montrant que ses préceptes ont été souvent mal compris et surtout mal exécutés. En particulier, il est arrivé que l'on taillait la semelle selon les règles ; mais l'on y adaptait une empeigne ou une tige achetée toute faite et fabriquée selon les vieux errements. Il faut que l'ellipse, qui représente la coupe de la tige sur la *forme*, ait aussi son axe dans la direction de la ligne du gros orteil et ne fasse pas d'angle avec celle-ci.

On ne corrige pas beaucoup l'inélégance de la chaussure rationnelle en la prolongeant en pointe au delà de la ligne antérieure de la semelle, d'ailleurs coupée comme il convient. En effet, la ligne convexe qui forme le bord externe du soulier devient démesurée. Nous pensons qu'il vaut mieux en prendre son parti et faire comprendre au public, si l'on peut, que ce qu'il y a encore de plus laid, ce sont les chaussures qui déforment le pied. Dans tous les cas, Meyer a parfaitement raison d'affirmer que la chaussure rationnelle ne contribue nullement à faire paraître les *pieds en dedans*.

Le lieutenant Brandt von Lindau croit que l'*axe* de Meyer n'est pas celui qu'il convient d'adopter (Viry). Il y aurait, tout au moins, des divergences nombreuses. Nous le croyons d'autant plus volontiers que les peuples civilisés ont tous les pieds déformés plus ou moins. Mais Meyer ne prétend pas que sa formule soit invariable. Au contraire, il admet qu'elle fléchisse un peu en faveur des pieds déjà déformés, pourvu que l'on s'en rapproche, d'une paire de souliers à la suivante. C'est le moyen de corriger la déformation existante, ainsi que l'a constaté Viry.

On a remarqué que la chaussure des cordonniers déforme moins le pied des femmes que celui des hommes. C'est que les premières portent des chaussures légères et souples, parfois même d'étoffe; de sorte que le pied peut façonner le soulier à son moule, alors que, chez les hommes, c'est le soulier qui impose sa forme à l'extrémité.

La *semelle* doit être épaisse et même ferrée de clous sur les bords, si la chaussure est faite pour des individus appelés à fournir des marches longues et sur n'importe quel terrain. Il ne faut pas donner dans le travers de quelques fabricants qui font déborder beaucoup la semelle des souliers, de chasse, par exemple; ce peut être là un avantage en pays sec et sablonneux, mais du jour où l'on s'aventurera, avec de pareilles chaussures, dans des terres molles et détrempées, ces rebords se chargeront d'une masse de boue qui ralentira singulièrement la progression. Il ne faut pas que la cambrure médiane de la semelle s'applique sur la voûte plantaire; ce serait une façon d'en supprimer le rôle.

Le *quartier* doit être plus solide que l'empeigne, mais emboîter exactement l'arrière-pied pour en éviter le renversement et les *excoriations*.

Le *talon* de la chaussure, deux à trois fois plus épais que la semelle, ferré si c'est nécessaire, sera large, à bord extérieur vertical et non très conique. Il doit correspondre au talon du pied et non être ramené en avant, sous la voûte plantaire, comme on le voit à quelques soi-disant élégantes.

L'*empeigne*, avec sa partie la plus saillante correspondant au gros orteil, embrassera bien le cou-de-pied, c'est-à-dire que le sillon entre les orteils et le cou-de-pied sera bien marqué, afin d'éviter les faux plis blessants, ainsi que le recommande Ziegler. L'extrémité antérieure de l'empeigne doit laisser entre elle et la semelle de la place pour les orteils, le gros surtout, comme on le voit dans la figure 211.

Nous retrouvons ici la règle très générale et très invariable, de ne faire de constriction nulle part; elle est peut-être plus rigoureuse lorsqu'il s'agit de parties où le sang veineux est déjà forcé de circuler en sens contraire des lois de la pesanteur. Aussi devons-nous tout de suite signaler l'inconvénient des bottes aplaties au cou-de-pied et celui des bottines à tiges élastiques ou à boutons, lorsque ces tiges n'ont pas un degré suffisant de laxité. Les souliers et les bottines qui se lacent évitent ce défaut, puisque l'on peut à chaque instant varier le degré de constriction de la tige. C'est d'autant plus important qu'il est nécessaire que la chaussure touche le cou-de-pied aussi bien que le talon; ce sont en quelque sorte ses deux points de fixité. La figure 211 (Wiel et Gnehm) permet de suivre simulta-

nément deux contours, l'un ponctué, l'autre plein, indiquant les points où le pied (ou la jambe) doit être au contact de la botte et ceux où il doit avoir du jeu. La ligne *ac* pourrait être appelée *ligne de fixité;* c'est une mesure qu'il est essentiel de prendre, puisque cette ligne est rigoureusement invariable; trop courte, il y a constriction; trop longue, ballottement du pied.

Quelle que soit la résistance que l'on recherche, l'empeigne molle, flexible, souple, est toujours préférable; c'est le pied qui doit s'imposer au cuir et non l'inverse.

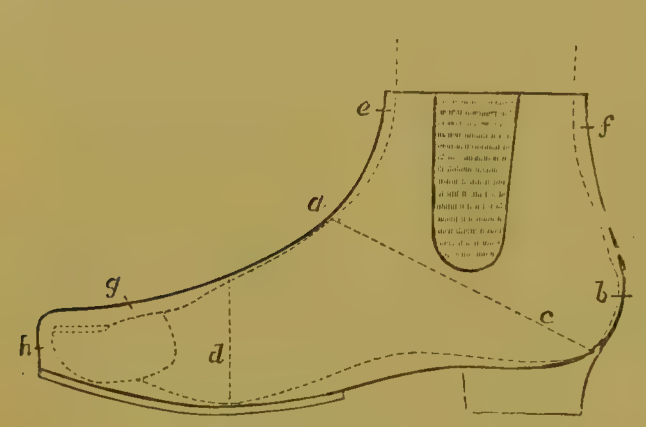


Fig. 211. — *Rapport du pied avec la chaussure.*

Le soulier ne doit pas être absolument imperméable; tout en lui conservant sa porosité pour l'air, on le garantit contre l'eau en le graissant. Le meilleur enduit dans ce but est un mélange à parties égales de graisse de porc et d'huile de foie de morue (Wiel et Gnehm). Il nous a paru que la recette recommandée par Tourainne durcissait singulièrement la chaussure; la voici, cependant:

Suif de mouton....................................	120	grammes.
Axonge....................................	60	—
Cire jaune....................................	30	—
Huile d'olives....................................	30	—
Térébenthine....................................	30	—

La botte vernie perd toute porosité et, par conséquent, est une chaussure froide en hiver, chaude en été. Les souliers de caoutchouc sont détestables pour la même raison.

Les chaussures fourrées ne restent pas longtemps chaudes, parce que la doublure en flanelle, laine ou ouate, s'aplatit, se vide d'air et devient corps bon conducteur. Les semelles de feutre subissent la même altération, un peu moins vite; celles de liège, de paille, résistent encore plus longtemps.

Vêtement nocturne. — L'homme, physiologiquement rivé au sol, serait appelé comme les quadrupèdes, à se coucher pour dormir sur quelque point de la surface, cherchant seulement les espaces les moins rugueux, les plus secs, ceux que la nature a garnis d'un isolant spontané, feuilles sèches, herbes, etc., comme font aussi les animaux. Mais l'industrie de notre espèce a trouvé le moyen de porter à son plus haut degré le moelleux des surfaces sur lesquelles elle prend son repos et de s'isoler complètement, pour dormir, du sol et des influences atmosphériques. L'homme n'est même pas loin d'imiter les oiseaux, qui suspendent leur nid à des rameaux flexibles ou l'installent sur la bifurcation de deux branches. Nos lits sont vraiment aériens. On peut juger, par la recherche et la perfection qu'ils présentent, du degré de civilisation auquel les sociétés sont arrivées.

Tout d'abord, on se débarrasse de tout ou partie des vêtements du jour, plus ou moins façonnés et, par conséquent, gênant la liberté des attitudes, antipathiques au relâchement total dont le sommeil a besoin pour être réparateur. Quelques populations arriérées et divers ordres religieux, pour qui la malpropreté est une vertu, continuent seuls à n'avoir qu'un vêtement pour le jour et la nuit, sans distinction. Il est clair qu'en outre de l'agrément et de la perfection du repos, l'alternance entre le vêtement de jour et le vêtement de nuit contribue singulièrement à l'assainissement de l'un et de l'autre. Non seulement celui qu'on ne porte pas cesse de se salir, mais de plus, il s'aère pendant qu'on ne le porte pas, pourvu qu'on lui en donne les moyens.

Le lit doit réunir tout ce qui peut annuler les effets de la compression de la peau par le poids du corps sur le plan plus ou moins horizontal de la couche et, en même temps, tous les matériaux dont le pouvoir conducteur du calorique est au minimum. Pour atteindre au premier résultat, on constitue la couche proprement dite de *matelas*, en laine ou en crins, quelquefois faits d'un mélange de l'un et de l'autre. On en superpose même plusieurs les uns sur les autres, ce qui n'est point utile, ou l'on adopte, comme matelas superficiel, un vaste sac de plumes, ce qui est fâcheux, parce que la plume amène rapidement des sueurs chez le dormeur et que, si le lit est fait pour reposer, il ne doit point amollir. Entre les matelas et leur support fixe, s'introduit une *paillasse* de paille ou de feuilles de maïs, ou mieux un *sommier* élastique. Dans tous les cas, la paillasse elle-même ne doit point reposer sur des planches, ni même sur des lattes inflexibles, un peu écartées les unes des autres; mais sur des sangles ou des lames d'acier entre-croisées et présentant quelque élasticité. Le tout, séparé du sol de la pièce par quelque 20 ou 25 centimètres, de telle sorte que le corps du dormeur soit lui-même élevé de 50 à 60 centimètres au-dessus du plancher.

Le sommier en crins avec ressorts de laiton tend à se généraliser. Ceux qui n'ont aucun rembourrage absorbant et sont faits exclusivement de lames d'acier et de fils de fer contournés en spirales sont encore préférables. Pourtant il n'y a pas lieu de blâmer l'usage, à la campagne, des paillasses de paille, pourvu que celle-ci soit souvent renouvelée. C'est un des isolants qui résistent le mieux à l'imprégnation par l'humidité et les miasmes, et l'on ne contestera pas que le fait de changer entièrement la paille ne soit un assainissement radical.

La laine employée pour les matelas est de la laine « en suint, » c'est-à-dire n'ayant subi qu'un simple lavage à l'eau froide; un désuintage semblable à celui qu'on opère dans les usines lui enlèverait son élasticité et sa force. Il en résulte que, matière organique elle-même, la laine des matelas emporte avec elle une substance azotée et sulfurée (*suintine* et *suintate*) dont la proportion n'est pas moindre de 10 kilogrammes pour 300 kilogrammes de laine, c'est-à-dire pour le contenu de vingt matelas d'hôpital. D'ailleurs, merveilleusement apte à recéler les gaz et l'humidité, la laine des matelas ne peut tarder à devenir un terrain propice à la fermentation putride, ainsi que le fait remarquer Lefranc, et l'on peut juger

de la pullulation qu'y atteignent les germes microscopiques par la prospérité des *mites* et de la *teigne fripière*, qui, en coupant les brins, augmentent aussi la matière à putréfaction. Après deux ou trois ans de service, les laines de matelas renferment un véritable guano, qui peut s'élever à 1 p. 100 du poids total. Lefranc demande, en conséquence, qu'en outre du battage et du cardage annuel des laines de matelas, elles soient soumises tous les trois ans à une fumigation d'acide sulfureux et d'acide arsénieux (3 kilogr. de soufre et 1 kilogr. d'orpiment pour dix quintaux de laine); après laquelle se ferait un lavage par lixiviation, à l'eau froide légèrement alcalisée et phéniquée (1 kilogr. d'acide phénique cristallisé et 40 kilogr. de carbonate de soude dans 40 mètres cubes d'eau, pour 10 quintaux de laine). — La désinfection à l'étuve ne serait-elle pas préférable à cette manipulation sulfureuse et arsenicale?

Le matelas est recouvert d'un *drap* en toile de lin ou de coton; c'est encore un drap qui est la première des pièces mises par-dessus le corps de l'individu au lit, lui permettant de se recouvrir ensuite de larges et chaudes pièces de laine et de bénéficier de leurs propriétés calorifiques sans ressentir le contact agaçant de leurs villosités. Toutefois, la sensualité n'est pas ici seule en jeu; les draps de lit sont au vêtement nocturne ce que le linge de corps est au vêtement diurne; ils ménagent la propreté du reste, puisqu'ils sont en position de recueillir d'abord les impuretés les plus grossières et susceptibles de lavages fréquents; tandis que les matelas et les couvertures sont comme les redingotes et les paletots, qu'on ne change guère que quand ils sont usés.

Les couvertures de laine sont le meilleur revêtement pour le repos nocturne; on les multiplie selon la rigueur de la raison. Dans les pays très froids, les larges coussins de plumes, dits *édredons*, d'un puissant effet pour la conservation du calorique, ne sont pas à blâmer pourvu qu'ils soient faits de duvet léger et sec et qu'on les réserve pour les nuits de température très rigoureuse.

Même réserve vis-à-vis des oreillers de plumes. La structure du corps de l'homme est telle que le décubitus dorsal ou latéral, sur le plan absolument horizontal, lui est impossible et très pénible. Mais, la plupart du temps, un *traversin* de crin suffit à soutenir la tête; les oreillers peuvent être réservés pour les malades, particulièrement ceux qui souffrent d'affections chroniques des voies respiratoires ou du cœur.

Toutes les pièces du couchage qui, comme celles de laine et de plumes, jouissent d'un grand pouvoir d'absorption pour les gaz, doivent être chaque jour exposées à l'air afin d'en renouveler autant que possible l'atmosphère intime à la faveur de la diffusion naturelle.

Oublions, de parti pris, de mentionner parmi les éléments du lit les *rideaux*, qui ne peuvent servir qu'à confiner l'air du dormeur et à être un réceptable de molécules organiques, de poussières, etc. Aussi bien, cet avis ne pourrait-il s'adresser qu'au luxe, qui ne nous entend guère, et à la pruderie religieuse, cloîtrée ou non, qui porterait certainement la question sur un terrain qui ne nous regarde pas. Les rideaux ont disparu des hôpitaux, sauf de quelques salles de femmes; là, du moins, il faut exiger que les rideaux ne soient fermés que dans les courts moments du lever et du coucher des pensionnaires.

En santé, il ne faut se couvrir pour le sommeil que juste dans la mesure nécessaire pour être à l'abri, en dormant, de la sensation du froid; une chaleur exagérée, même sans cesser d'être agréable, amollit, est une cause de déperdition par la sueur plus ou moins sensible et rend la peau ultérieurement bien plus impressionnable par le froid extérieur, lorsqu'on est levé. C'est s'exposer à payer cher le délassement si complet que procure le lit et empêcher que l'individu y reprenne des forces, comme cela doit arriver.

La face peut rester découverte, quand on dort sous abri. Les soldats au bivouac se la couvrent volontiers d'un mouchoir et n'ont peut-être pas tort. Le bonnet de nuit est inutile à quiconque possède des cheveux.

Il n'est pas inutile de faire remarquer que l'alternance entre le vêtement de jour et celui de nuit n'atteint complètement son effet qu'autant que l'on a soin de laisser le premier hors de la chambre à coucher, dans un espace suffisamment aéré pour que les effets s'assainissent d'eux-mêmes. On voit, du reste, que du même coup l'atmosphère de la chambre à coucher est ainsi à l'abri des émanations de vêtements qui ont été portés.

Le vêtement, véhicule des germes morbides. — Voici une très grave question, que les anciennes administrations connaissaient, sans arriver à la traiter autrement que par des moyens puérils ; nullement ignorée des hygiénistes de la première moitié de ce siècle, mais envisagée par eux un peu platoniquement. C'est l'époque contemporaine qui a vu se lever décidément l'esprit de philanthropie scientifique et pratique et inaugurer des mesures à la portée de tous et dans tous les temps, pour couper court enfin au transport des principes spécifiques de maladies et à l'entretien des épidémies les plus cruelles par l'intermédiaire des choses à l'usage de l'homme et tout particulièrement des étoffes et des tissus qui ont été au contact des malades.

Il n'y a pas d'effort à faire pour comprendre que les étoffes se laissent pénétrer par les molécules organiques et les corpuscules-germes, si les individus qui portent ces étoffes sèment autour d'eux, par la peau, par les excrétions diverses, de tels corpuscules; il suffit même que les tissus vestimentaires aient séjourné dans une atmosphère infectieuse pour absorber et retenir ces molécules impalpables de la même façon qu'ils absorbent et retiennent des gaz ou de l'humidité. Les étoffes de laine, un peu corsées et villeuses, ne retiennent-elles pas avec une déplorable facilité les parasites visibles, lorsque le porteur de ces étoffes a été en contact avec des individus malpropres ? Les médecins qui soignent la misère dans les hôpitaux ou à domicile en savent quelque chose, comme aussi ils ont pu s'apercevoir maintes fois qu'ils reportaient à d'autres clients ou à leur propre famille des germes morbides recueillis par eux sur quelque point de leur pratique. La coutume est justement que les médecins s'habillent des draps en usage dans les classes aisées et qui sont beaucoup plus propices à collectionner des miasmes que la blouse ou le sarreau des ouvriers.

De tout temps, les vêtements et la literie qui avaient servi à des individus atteints de maladies contagieuses ont été reconnus être l'origine de l'éclosion de maladies identiques chez des individus sains qui les revêtaient après la mort des premiers. Les marchands de vieux habits sont certainement des entreteneurs d'épidémies. On ne retrouve le premier malade et la filiation évidente que dans un tiers des cas de variole (E. Besnier) :

comment sont venus les deux autres tiers? non pas spontanément, certes, mais par quelque intermédiaire imprévu, que les étoffes constituent souvent. Les coussins des fiacres, dans lesquels des malades se sont fait transporter à l'hôpital, ont été accusés, non à tort; c'est la même chose pour les vêtements que l'on se prête, dont on hérite, que l'on achète d'occasion. Gibert (de Marseille) a révélé qu'en 1874-1875 il y a eu, à Marseille, 1017 décès de variole et que ce sont précisément les arrondissements de la ville, les quartiers et les maisons habités par les fripiers qui ont fourni le plus grand nombre de cas et de décès varioleux. Le commerce des chiffons a été maintes fois dénoncé comme cause de transmission de maladies à Leipzig, New-York. La Turquie, l'Égypte, la Grèce envoient tous les ans, dans nos ports de France, quelque 20 millions de kilogrammes de chiffons de toute provenance, dont il ne serait nullement extraordinaire qu'une partie nous apportât un jour la peste.

Les linges souillés de déjections cholériques ou typhoïques ont le danger visible; on s'en défie; ils sont soigneusement lessivés. Si l'opération n'est pas inoffensive pour les blanchisseurs, du moins ces linges ne compromettent plus, désormais, personne. Il n'en est pas de même des matelas, des couvertures, sur lesquels on ne voit rien; des vêtements des varioleux ou des personnes qui les ont soignés, dans l'épaisseur desquels la poussière virulente disparaît absolument; des effets de médecins, d'infirmiers ou infirmières qui ont été au contact des septicémiques, de femmes atteintes de fièvre puerpérale. Et tous ces malheureux que l'on admet dans les hôpitaux, que l'on recueille dans les asiles, que l'on enferme dans les prisons; qui peut soupçonner, dans la sordidité de haillons qui ne les quittent guère depuis de longues années, les contages qu'ils ont pris à tous les contacts impurs, à toutes les atmosphères miasmatiques dans lesquelles ils ont vécu?

La connaissance de la véhiculation vestimentaire des miasmes et des virus peut donner aujourd'hui la clef d'un bon nombre d'énigmes étiologiques et servir d'argument pour réduire le domaine de la spontanéité morbide.

Pour parer à ces dangers, il est quelques précautions tout indiquées. Ainsi, ne pénétrer dans les milieux miasmatiques qu'avec des vêtements particuliers, fait d'étoffe serrée et lisse; quitter ces vêtements au sortir de l'établissement suspect, en les laissant dans une pièce où ils puissent s'aérer spontanément, autant que possible. Les sarreaux dont se servent les médecins d'hôpitaux peuvent devenir ainsi d'une réelle utilité, à condition que l'on ne dépose pas dans la même armoire le vêtement de ville et le sarreau de salles; le premier reprendrait ce que le second abandonne.

Mais ce ne sont là que des palliatifs. Un moment arrive où des pièces de vêtement ou de couchage sont positivement infectées et où il faut détruire, dans leur tissu même, les principes morbides avant de les remettre en service. C'est l'œuvre de divers procédés de *désinfection* sur lesquels nous nous sommes arrêté en terminant le chapitre précédent (Voy. p. 484 et suiv.). Et c'est la véritable manière de compléter les secours hospitaliers, en réduisant les moyens de propagation des maladies et par suite le nombre des malades. C'est aussi l'économie la mieux entendue qu'il soit

possible, puisqu'elle protège la force disponible et le rendement en travail des individus sains et limite les dépenses qu'entraînent les soins réclamés par les autres.

Bibliographie. — Jäger (G.). *Die Normallkleidung als Gesundheitschutz.* Stuttgart, 1880. — Starcke. *Der naturgemässe Stiefel*, Berlin, 1880. — Du Cazal. *La chaussure du soldat* (Rev. milit. de méd. et de chir., I, p. 61, 1881). — Linroth (Klas). *Sur la manière dont l'eau se comporte dans nos vêtements* (Nordiskt medic. Arkiv, XIII, n° 16, 1881). — Boubnoff (Sergius). *Zur Frage vom Verhalten gefärbter Zeuge zum Wasser und zur Luft* (Archiv f. Hyg. I, p. 418, 1883). — Lorentz. *Die Lehre vom erworbenen Plattfusse.* Stuttgart, 1883. — Weber. *Militairische Fussbekleidung.* Zurich, 1883. — Meyer (H. v.). *Ursache und Mechanismus der Entstehung des erworbenen Plattfusses.* Jena, 1883. — Ziegler. *Effets de la chaussure vicieuse et moyens de les prévenir* (4e Congrès internat. d'Hygiène, à Genève. Comptes-rendus et mém., T. II, p. 41. Genève, 1883), — Salquin (Mme). *Instruction sur la confection des bas et des chaussettes de forme rationnelle.* Berne, 1883. — Müller (Bruno). *Ueber die Beziehung des Wasser zur Militärkleidung* (Archiv f. Hyg., II, p. 1, 1884). — Geigel. *Wärmeregulation und Kleidung* (Archiv. f. Hyg., II, p. 318, 1884). — Salquin (S.-A.). *La chaussure militaire.* Paris, 1884). — Richet (Ch.). *La température des mammifères et des oiseaux* (Rev. scientif., p. 198, 1884). — Meyer (H. v.). *Statik und Mechanik des menschlichen Fusses.* Jena, 1885. — Börner (P.). *Bekleidung* (Bericht über die allgem. Deut. Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene, Berlin, 1883, I, p. 293. Breslau, 1885. — Beely (F.). *Fussbekleidung* (Ibid., p. 300). — Hiller (A.). *Ueber Erwärmung und Abkühlung der Infanteristen auf dem Marsche und dem Einfluss der Kleidung darauf* (Deut. militärärztliche Zeitschrift, 1885). — Du même. *Weitere Beiträge zur Kenntniss der Wärmeokonomie des Infanteristen auf dem Marsche*, u. s. w. (Ibid., 1886). — Richet (Ch.). *La calorimètrie et la production de chaleur* (Rev. scientif. août 1886). — Viry (Ch.). *De la chaussure du soldat d'Infanterie* (Archives de méd. milit., IX, p. 1, 1887). — Meyer (H.-v.). *Zur Schuhfrage* (Zeitschr. f. Hyg. III, p. 487, 1887). — Schuster (A.). *Ueber das Verhalten der trockenen Kleidungsstoffe gegenüber dem Wärmedurchgang* (Archiv f. Hyg., VIII, p. 1, 1888). — Hiller (A.). *Untersuchungen über die Brauchbarkeit der Porös-wasserdichtstoffs fur die militär Bekleidung* (D. milit. ärztl. Zeitschrift, p. 1, 1888).

Consulter : Coulier. *Expériences sur les étoffes qui servent à confectionner les vêtements militaires* (Journ. de la physiologie, I, 1858). — Meyer und Zeller. *Die richtige Gestalt der Schuhe.* Zürich, 1858. — Nystrom (A.). *Du pied et de la forme hygiénique des chaussures.* Paris, 1870. — Tourainne. *Notes sur la chaussure du fantassin* (Rec. de mém. de méd. milit. 3e série, VIII, p. 175, 1872).

CHAPITRE VI

DES SOINS CORPORELS

Les vêtements peuvent certainement contribuer beaucoup à l'entretien de la propreté corporelle, autrement dit à la netteté du tégument physiologique. Ils recueillent l'eau de la sueur et une bonne part des sels dont elle est chargée; ils se pénètrent d'une partie de la sécrétion sébacée et, par le mécanisme de l'étrille, adouci, ils font tomber, dans les frottements inévitables, les écailles de l'épiderme vieilli que les couches jeunes et profondes repoussent incessamment de la surface. Pourvu que l'on en change souvent, et c'est d'habitude ce qui arrive du linge de corps, les vêtements nous rendent, au point de vue de la propreté, d'incontestables services.

Le linge de corps, selon qu'il a été porté plus ou moins longtemps, augmente de 1 à 4 p. 100 de son poids. Nous avons l'habitude, dit Pettenkofer, d'envoyer notre linge au bain, au lieu d'y porter notre peau. Si l'on changeait de linge tous les jours, on serait dans de bonnes conditions de salubrité.

Un moment vient pourtant où son efficacité est débordée. Certaines parties du

corps, d'ailleurs, par leur conformation ou parce qu'elles sont habituellement découvertes, ne bénéficient à peu près en rien du secours qu'en reçoit l'ensemble. D'où la nécessité, à intervalles plus ou moins rapprochés selon les saisons et le genre de travail, d'un nettoyage méthodique de toute l'enveloppe cutanée; et, à diverses heures du jour, de soins particuliers s'adressant aux extrémités, à la face, à la tête, à la bouche, etc., régions pour lesquelles la protection du vêtement est nulle ou peu s'en faut, sans compter les causes plus fréquentes et plus urgentes de souillures qui leur incombent.

Le moyen de rappeler la propreté générale du corps, c'est le *bain*. Les extrémités, la face, la tête, la bouche, réclament des ablutions partielles et des soins un peu spéciaux, qui méritent quelques lignes à part.

A. **Le bain.** — L'usage du bain était en grand honneur dans l'antiquité. Plusieurs raisons en faisaient une nécessité commune; on ne connaissait pas le linge de corps, on changeait rarement de vêtements; on ne savait pas se coucher dans des conditions qui fissent du repos nocturne un délassement complet et une réfection bienfaisante; le bain procurait cette détente que le lit nous donne tous les jours. Par ailleurs, les nations brillantes de ce temps-là portaient haut le culte de la beauté physique, que l'hygiène ne blâmera, certes, jamais; le bain s'associait dans cette pensée à la gymnastique ancienne. Une cité d'un rang honorable dans l'État devait avoir ses Thermes, et les conquérants romains de la Gaule en gratifiaient les nouvelles villes impériales avec autant de soin qu'ils leur élevaient des arènes. Motard donne un intéressant résumé de la disposition intérieure, assez compliquée, des bains grecs et romains.

C'était une sensualité légitime, qui malheureusement en entraîna d'autres infiniment moins avouables. Quand le christianisme apparut, austère, et prêchant le dédain de la beauté terrestre, il trouva plus simple de condamner les Thermes que de tenter la réforme d'une pratique primitivement hygiénique. Les Thermes tombèrent en ruines. L'industrie, du reste, n'apportait pas de quoi y suppléer par le vêtement. Le moyen âge, sans en être plus chaste, a été le règne de la malpropreté corporelle la plus odieuse et des maladies de peau les plus effroyables. Michelet a, sur ce point, quelques pages aux couleurs très crues, mais exactes. Ainsi tournent les tentatives faites pour déshumaniser l'homme; on ne le rend pas moins vicieux, mais il est malpropre, affamé, malade. Étrange façon de le rapprocher de la divinité!

D'autres législateurs théocratiques ont eu l'air de faire beaucoup mieux; Moïse et Mahomet, au lieu d'inspirer l'horreur de l'eau, ont au contraire introduit les ablutions dans les pratiques religieuses du culte, presque au même titre que la prière. Or, ceci encore ne réussit pas; il n'y a que des esprits prévenus qui puissent croire, ou faire semblant de croire, à l'efficacité des mesures d'hygiène, imposées comme prescription cultuelle; on peut compter que la lettre de la loi sera à tout propos l'objet d'une interprétation pharisaïque. Les Arabes se gardent bien de manquer aux ablutions prescrites par le Coran; mais, pour peu que l'eau ne soit pas sous leur main, la salive, l'urine, le sable même, suffisent à figurer la cérémonie, de façon à contenter Dieu, s'il se paye de formalisme.

L'époque contemporaine ne fera probablement rien pour revenir aux thermes antiques avec leur luxe superflu et leur caractère voluptueux tendant à revêtir la

physionomie de mauvais lieux. Mais les hygiénistes et les administrateurs sentent le besoin de mettre des bains publics, non gratuits mais abordables aux plus petites bourses, à la disposition des groupes nombreux qui travaillent et portent tout le poids des efforts inouïs de l'agriculture et de l'industrie moderne. Jamais on n'a vu plus d'hommes livrés plus constamment à l'activité physique, qui exalte les sécrétions de la peau, et plus exposés aux souillures, aux poussières extérieures, qui précisément obstruent les pores du tégument et ajoutent au sédiment naturel une couche nouvelle, dont la nocuité peut n'être pas simplement d'origine physique.

Les divers genres de bains. — Le bain peut n'être qu'une ablution générale, rapide, une *affusion* froide ou chaude, une aspersion sous forme de *douche* avec de l'eau divisée ou en nappe, un simple *enveloppement*, dans un drap mouillé selon le procédé de Priessnitz. Plus habituellement, c'est le séjour dans l'eau, à des températures variables, le corps plongeant entièrement, sauf la face. Quelquefois, c'est le passage dans une atmosphère remplie de vapeurs chaudes, ou même, enfin, dans une atmosphère chaude et sèche, de telle sorte que le bain réel soit fourni par la sueur (bains de vapeur, bains d'étuve sèche, bains russes, etc.).

Sous le rapport de la température du bain, qui a une importance décisive, on distingue : les bains *froids*, au-dessous de 20° ; les bains *frais*, de 20 à 25° (bains de mer et de rivière, le plus ordinairement); les bains *tièdes*, de 25° à 30° ; les bains *chauds*, aux environs de la température du sang, 37° ; les bains *très chauds*, au-dessus de 37°.

Bains froids et bains frais. — Ces sortes de bains sont ceux qui contribuent le moins à la propreté corporelle ; ils ont besoin, pour débarrasser complètement la peau, d'être aidés de frictions simples ou savonneuses, ou d'un séjour prolongé dans l'eau, qui devient aisément dangereux. Leur action physiologique, qui d'ailleurs intéresse également l'hygième, prime de beaucoup leur rôle comme moyen de purification du tégument. L'immersion dans l'eau froide refoule le sang de la périphérie vers les organes profonds; cet effet brusque n'est pas inoffensif aux individus dont le jeu pulmonaire est imparfait, à la suite d'un certain degré d'emphysème ou de quelques adhérences pleurales, circonstance anatomique aussi fréquente qu'elle est habituellement ignorée pendant la vie des sujets. La peau se resserre, pâlit, se hérisse (chair de poule) et la température périphérique diminue rapidement, de 2 degrés dans l'aisselle, de 1 à 2° dans la bouche, de 10 à 14° dans la paume de la main. On sait que c'est sur ce résultat, qu'est fondée la méthode de Brandt pour le traitement de la fièvre typhoïde.

Une inégalité très considérable entre la température de l'eau et celle du corps peut occasionner une mort prompte. Wiel et Gnehm citent l'exemple de deux jeunes gens qui payèrent de leur vie la témérité d'avoir voulu prendre un bain de mer à 10°. Les personnes qui ne savent pas nager sont plus compromises que celles qui, par le mouvement énergique de la natation, réagissent contre le refroidissement périphérique et l'accumulation centrale du sang. On recommandera aux premières de faire des mouvements quelconques dans l'eau ; mais elles n'y réussissent pas toujours efficacement. Du reste, il y a des susceptibilités individuelles redoutables et

dont les nageurs mêmes ne sont pas exempts; quelques-uns de ceux-ci, au grand étonnement des individus qui les connaissent, périssent dans l'eau, sans cause apparente; d'ordinaire les victimes ont été surprises par une syncope. Les médecins militaires Tourainne, Bédié, Granjux, ont signalé un phénomène prémonitoire de cette syncope, si aisément mortelle en raison du milieu; c'est une *rougeur scarlatineuse* du tégument, correspondant, selon l'explication très rationnelle de Granjux, à la paralysie vaso-motrice qui succède à la constriction violente, par le froid, des vaisseaux périphériques; une semblable paralysie n'est pas loin de s'accomplir dans les centres nerveux. Si la syncope se produit dans l'eau, il est possible que l'homme disparaisse sans qu'on s'en aperçoive. Lorsqu'on fait sortir de l'eau le baigneur qui a présenté cette rougeur, il n'est pas rare que la syncope ait lieu néanmoins quelques minutes plus tard. Mais alors, naturellement, elle n'a plus d'autre gravité que la syncope vulgaire.

A une température qui ne soit pas notablement inférieure à 20° et peu prolongée, le bain froid opère néanmoins la soustraction de calorique habituelle et tonifie la peau, l'aguerrit contre l'influence de l'air froid. Sous les tropiques, les créoles et surtout les nouveaux venus d'Europe ne peuvent se passer du bain froid (Saint-Vel, Falkenstein). A la vérité, on le prend essentiellement sous forme d'affusion et de lotions. Dans quelques familles anglaises, on a l'habitude de faire des affusions froides le matin et des affusions chaudes le soir. Les premières préparent la peau à résister à l'air extérieur pendant les sorties de la journée, les autres détendent les membres et préparent au repos nocturne.

Les *bains de mer* ont de très heureux effets sur les constitutions lymphatiques, les anémies, les dyspepsies, etc. Le froid, le mouvement, la salure de l'eau, sont pour beaucoup dans ces résultats; cependant, on remarque que des enfants, des femmes et d'autres individus, qui vont passer un mois à la mer, *sans prendre de bains*, et en se promenant simplement sur la grève, acquièrent aussi une amélioration sensible de leur santé (Van Merris). C'est donc que la pureté de l'air marin et l'abandon du milieu et des occupations habituels jouent un grand rôle dans ces modifications sanitaires.

Partout où il passe une rivière, j'entends dans les villes de quelque importance, des particuliers sous la surveillance des administrations, quelquefois l'administration elle-même, installent des *bains publics* dont la plupart ont le mérite du bon marché et peuvent être fréquentés par les ouvriers et généralement par tous les individus dont le budget a des ressources limitées. Il y a 35 de ces établissements dans le département de la Seine, occupant une superficie de plus de 40,000 mètres carrés (Napias). Ils sont, en général, convenablement aménagés pour la sécurité des baigneurs; Napias leur reproche de n'avoir pas de toile horizontale formant toiture, tandis que des toiles latérales, prescrites uniquement en vue de la décence, flottent sous le vent, à la façon des *paukas* usités dans les Indes, et déterminent une évaporation trop rapide de l'eau à la surface de la peau du nageur qui sort du bain.

Mais leur plus grand défaut, relevé aussi par le même hygiéniste, est de

n'être ouverts que pendant cinq mois de l'année et de ne pouvoir guère fonctionner plus de 60 jours. Aussi, propose-t-il que la ville de Paris ressuscite le « bassin permanent de natation » qu'elle posséda de 1820 à 1828 ; elle imiterait, en mieux toutefois, la ville de Bruxelles, qui en a deux, non irréprochables; il paraît, en effet, que l'eau n'en est pas assez renouvelée et qu'une sorte de pellicule sordide recouvre habituellement la surface de celle-ci. Pourtant, ce sont là des inconvénients qu'il est facile de faire cesser; il suffit de pratiquer des orifices d'écoulement qui entraînent au fur et à mesure, par une extrémité du bassin, l'eau de la surface, à mesure que l'eau destinée à l'échauffement arrive par une autre extrémité ou par le fond ; cela, bien entendu, en attendant le jour du renouvellement complet. En outre, dans les établissements bien conçus, on a soin de provoquer une agitation constante de l'eau du bassin, à l'aide de petites cascades ou de jets d'eau. Le reproche le plus sérieux que l'on puisse adresser à ces créations, c'est d'être trop souvent de simples institutions de luxe, uniquement accessibles aux gens à la mode, aux *sportmen* du genre, et de coûter trop cher pour les classes inférieures. Elles sont d'ailleurs souvent fermées et gérées par une société privée; ainsi la *Société anonyme du bain royal* à Bruxelles, la *Victoria bath company*, à Glasgow, la *Glasgow swimming bath company*, et quelques établissements du même genre en Allemagne.

Ces piscines, dans lesquelles on peut s'exercer à la natation (c'est même le but capital) sont chauffées par la vapeur ou, comme à Bruxelles, par le déversement d'eau chaude. En Allemagne, on cherche à atteindre une température de 22 à 25 degrés.

Au rapport de Robertson et A. Meyer (de Hambourg) à la réunion des hygiénistes allemands, à Stuttgart, un grand nombre de villes d'Angleterre et d'Allemagne possèdent un établissement, quelquefois plusieurs, dans lesquels sont réunis les dispositifs nécessaires pour prendre des bains selon les modes les plus variés, bains de piscine, bains en baignoires, bains de siège, douches froides ou chaudes, bains de vapeur, bains d'étuve sèche, russes, turcs, etc. Ainsi, Glasgow (deux établissements-clubs), Southport, Sheffield; Hambourg, Berlin, Magdebourg, Leipzig, Hanovre, Brême, Badenweiler, Nürnberg, Dortmund, Vienne (*Dianabad* et *Sophienbad*). On pourrait comparer à ces installations le *Hammam* de Paris, sauf que celui-ci a sacrifié le nécessaire à un luxe féerique. Les Français, assurent les rapporteurs, n'aiment pas nager et ne recherchent dans le bain qu'une satisfaction de sensualité sans l'effort d'un exercice de gymnastique; il n'y a pas à discuter avec des gens qui ont si bien étudié nos mœurs; le fait est que les Français nagent, partout où il y a de l'eau abordable, et qu'ils nageraient dans les bassins s'il leur en était offert, pourvu qu'ils fussent propres.

Au dire de Robertson et Meyer, une propreté minutieuse règne dans ces bains publics ; chose sérieuse pour des Allemands, il est défendu d'y fumer. Il y a des bains de première et de seconde classe; cette distinction n'est pas inutile ; les gens pressés et de peu de ressources trouvent même, à Brême, de petites baignoires dans lesquelles on peut se laver debout ou assis, à raison de 15 centimes. Les

baignoires sont en fonte ou en tôle émaillée, en zinc, rarement en pierre ou en bois.

Les figures 212 et 213 représentent le plan et la coupe du Bain public de Brême. Nous avons choisi ce modèle, parmi les nombreuses figures du mémoire de Robertson et Meyer, parce qu'il nous a paru l'un des plus complets. Il y manque pourtant une piscine pour les femmes.

Le bassin, long de 14^{m},25, large de 8^{m},10, a une profondeur variable de 1 mètre

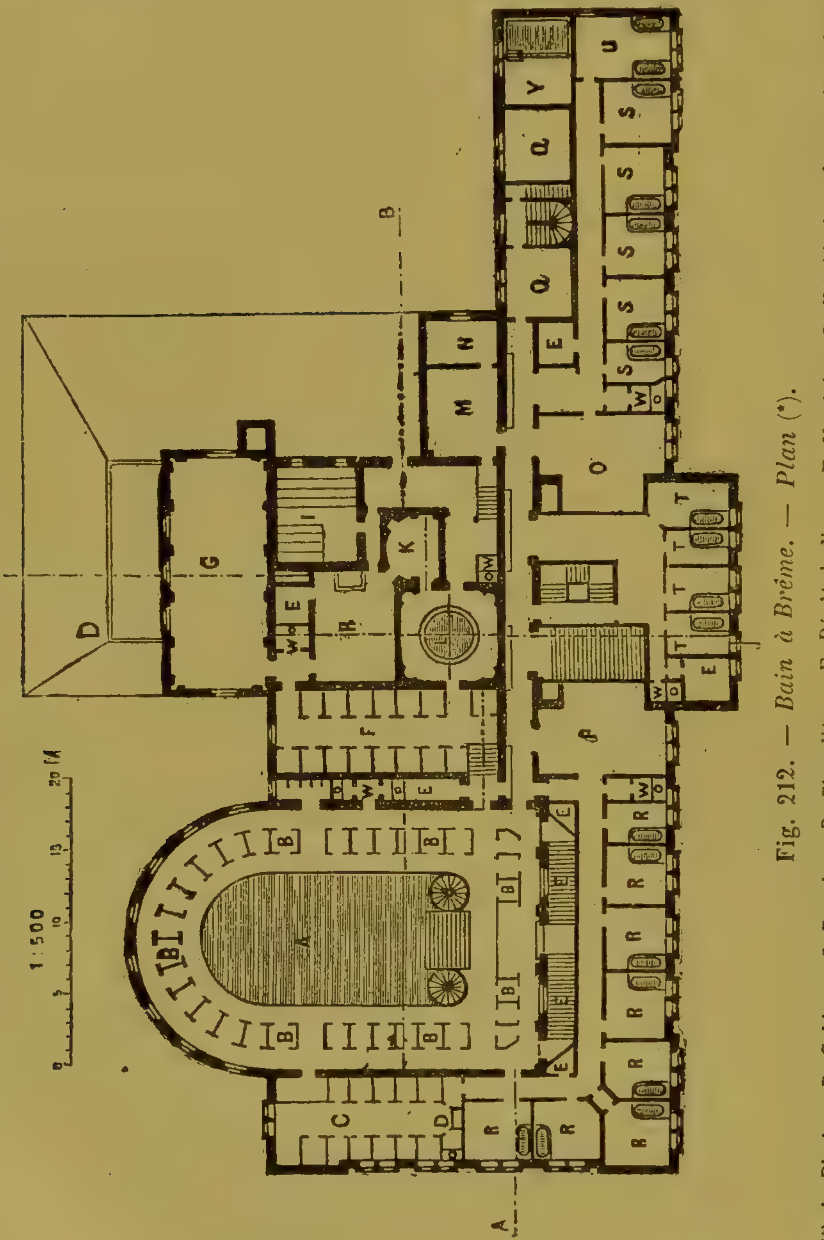


Fig. 212. — *Bain à Brême.* — *Plan* (*).

(*) A. Piscine; B, Cabines; C, Douches; D, Chaudières; E, Dépôt de linge; F, Vestiaire; G, Frigidarium de première classe; H, Lavacrum; I, Bain de vapeur; K, Sudatorium; L, Tepidarium; M, Restaurant; N, Salle à manger; O, Salon d'attente de première classe pour les dames; P, Salon d'attente pour les hommes; Q, Logement du machiniste; R, Cabinets de bains. Salons pour hommes; S, Cabinets de bains. Salons pour dames; T, Bains médicinaux; U, Cabinets à deux baignoires; V, Bassin pour enfants; W, Water-closets.

à 1^{m},60 (fig. 214); il faut une demi-heure pour le vider et l'eau en est renouvelée chaque nuit dans l'espace d'une heure et demie. Il reçoit constamment de l'eau propre, à raison de 10 mètres cubes par heure; sa température est maintenue à 22 ou 24°, par un afflux de vapeur qui s'opère par le fond du bassin. Les parois de celui-ci sont en briques et ciment, recouverts de carreaux de faïence et de marbre. Des crachoirs sont placés dans les angles.

En général, ces bains ne sont pas absolument bon marché. Voici quelques exem-

ples. A Vienne (*Diana-Bad*), un bain de 1re classe, avec cabinet chauffé et linge, revient à près de 4 francs ; un bain de gens du peuple, en baignoire de bois, sans linge, à 62 centimes ; le bain de piscine avec linge coûte 1 franc. Au bain-lavoir public de Berlin, le bain de première classe coûte 80 centimes ; le bain de piscine, 30 centimes ; si l'on y ajoute la douche, 45 centimes. Cet établissement a donné, en

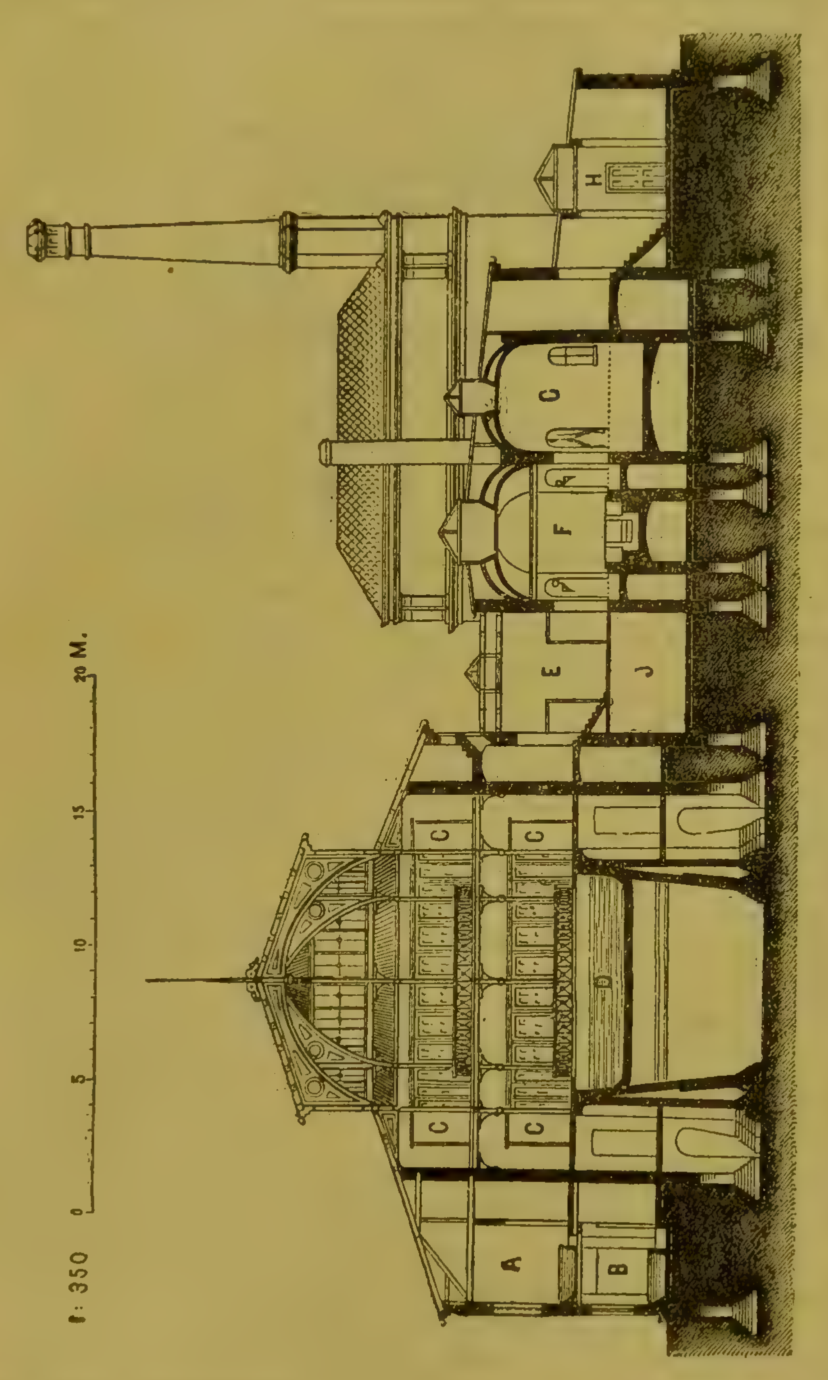


Fig. 213. — *Bain à Brême.* — *Coupe* (*).

(*) A, Cabinets de bain. Salon pour hommes ; B, Baignoires de deuxième classe pour hommes ; C, Cabines de la piscine ; D, Piscine ; E, Vestiaire de première classe pour bains romains ; F, Tepidarium ; G, Sudatorium ; H, Frigidarium, deuxième classe ; I, Cave à charbon.

1874, 112,277 bains, environ 1 sur 7 habitants. Ajoutons-y toutefois une moyenne de 80,000 bains pris à l'établissement de l'*Admirals-Garten-Bad*, dont le bassin peut recevoir 1,000 nageurs par jour et qui, dans les mois de juillet et d'août, en reçoit environ 25,000 (nous en avons, toute proportion gardée, au moins autant dans nos bains froids à eau courante). Il y a des abonnements à prix réduits et des tarifs moins élevés pour les écoliers et les enfants.

La plupart de ces établissements sont une entreprise particulière, constituant une source de revenus assez positifs; le plus petit nombre appartient aux villes ou à l'État.

Londres a 16 établissements de bains publics; Liverpool, 3. Le tarif, réglé par un acte du Parlement (1846 et 1847), en est modéré pour la classe ouvrière : 1 penny (11 centimes) par bain froid, 2 pence (22 centimes) par bain chaud.

Il est clair que partout, y compris notre pays, en multipliant les bassins, en

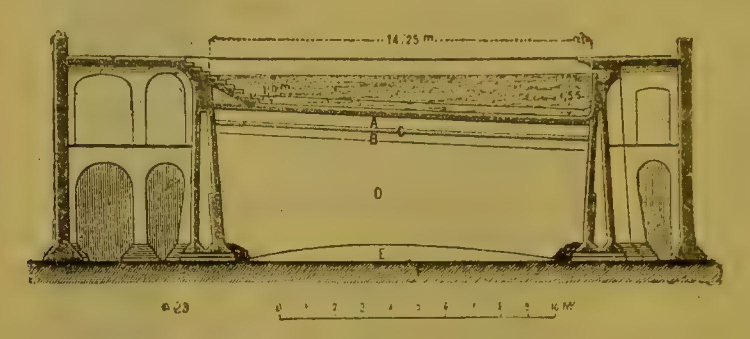


Fig. 214. — *Bain à Brême. — Coupe longitudinale.*

s'ingéniant à trouver pour eux un chauffage économique, on peut arriver à des institutions sanitaires d'une immense utilité. Les gens du peuple sentent fort bien la nécessité du bain; il ne leur manque que le temps et l'argent. Arthur van Harlingen, de Philadelphie, avoue que le manque de bains pour la population ouvrière est la honte de la civilisation américaine. A Boston et à New-York, les bains publics sont des baraques flottantes, amarées le long des quais, sur une eau souillée par les déversoirs d'égouts; pourtant, tel est le besoin, ces établissements ont encore des clients. A Philadelphie, il y a quelques années, l'administration municipale avait établi aussi, le long des quais, mais sur une eau suffisamment pure, des bains publics qui avaient été tout d'abord très appréciés des destinataires; malheureusement, après une saison ou deux, ces établissements, pour des raisons d'économie, cessèrent d'être entretenus et tombèrent en ruine. Aujourd'hui, dans cette cité, les demeures riches ont assez d'eau pour assurer à leurs locataires des bains à domicile; quant au pauvre monde, il n'en prend que dans la limite des efforts faits dans ce but par quelques associations religieuses.

La *Commission de l'assainissement de Paris*, de 1885, a visité un *Gymnase nautique*, qui existe à Paris, rue de Château-Landon, 31. La salle de bains présente une grande analogie avec l'intérieur d'un établissement de bains froids. Sur le pourtour sont aménagés des cabinets de toilette; au milieu se trouve un grand bassin de 42 mètres sur 12, avec une profondeur de $2^m,50$ à l'entrée et de $0^m,50$ seulement à la base du bassin. L'eau s'y déverse en cascade à l'entrée, à la température moyenne de 23° et avec un débit de 60 mètres cubes à l'heure. Le trop-plein s'échappe sur toute la longueur des bords par des rigoles placées en contre-bas. La propreté de l'eau est obtenue au moyen de l'écrémage continuel, que produisent, par dessus les bords, les ondulations communiquées par les baigneurs ou par le jet de la cascade. La Commission a témoigné hautement en faveur de cet établissement qui rend de signalés services à la classe ouvrière.

Pour revenir au bain froid, ou même simplement frais, ce qui a été dit prouve que c'est un agent d'un maniement assez délicat et dont il convient de n'user qu'avec réserve, à moins qu'il n'ait la forme de douche très courte (15 à 20 secondes), d'affusion ou de lotion. Dally loue fort la douche froide,

terminant les exercices de gymnastique selon la méthode de Triat et de Paz. Ici la percussion de l'eau tombant de quelque hauteur s'ajoute et dans le même sens à l'effet stimulant de l'eau froide. Mieux vaut pourtant encore l'eau divisée, tombant en pluie, que la douche en nappe. Mais le bain froid, général, est moins constamment utile ou même inoffensif. Indépendamment des congestions internes, des hémorrhagies même, des syncopes, qu'il peut provoquer actuellement, l'expérience de certaines méthodes de cure par l'eau froide a montré qu'à la longue la répétition de ses effets et l'insistance dans son application exaspèrent la sensibilité tactile, celle de l'ouïe, amène le nervosisme, l'insomnie et des accidents plus graves encore.

Bain tiède. — Cette sorte de bain, à la température de 25 à 30°, n'a aucune raison d'être. Il donne à la peau la sensation de froid comme les bains frais et n'en a pas les avantages de stimulation.

Bain chaud. — On appelle ainsi le bain entre 30 et 37°. C'est à peu près le point auquel il n'y a pas d'échanges entre la peau et l'eau du bain. Au-dessous, la peau absorbe de l'eau ; au-dessus, elle en abandonne ; à ce degré, c'est à peine si le pouls et la respiration se modifient. On peut y rester des heures entières, des jours et même des semaines, sans cesser de s'y trouver agréablement : c'est quelquefois un moyen de traitement appliqué aux blessés, dont les plaies tournent à la gangrène; en soutenant convenablement leur tête, ils dorment dans le bain mieux que dans le meilleur lit. Les individus fatigués d'une longue course s'y reposent avec le plus grand avantage. Enfin, c'est là le vrai bain de propreté ; la température de l'eau y aide, infiniment mieux que dans l'eau froide, l'action du savon. On le prend en baignoire ou en piscine.

Toutes les grandes villes ont des établissements particuliers de bains chauds en baignoire, toujours un peu trop coûteux pour que la population entière puisse se donner fréquemment ce luxe, qui ne serait que le nécessaire, n'était le prix. En 1850, Darcy calculait que les 125 maisons de bains de Paris ne fournissaient annuellement que 2,116,320 bains, un peu plus de 2 bains par an par habitant, en moyenne ! Les choses ne paraissent pas avoir sensiblement progressé depuis lors, bien que Paris ait près de 7,000 baignoires.

Bains publics, municipaux et autres. — La sollicitude des municipalités ou la philanthropie des particuliers ont cherché, dans plusieurs villes, comme on l'a vu plus haut, à créer des établissements de bains, non gratuits, mais à bon marché et que les petites bourses puissent fréquenter. Darcy, Fonssagrives, et d'autres, conseillaient d'utiliser l'eau de condensation des machines à vapeur, qui est chaude, mais un peu salie de graisse, à donner des bains à bon marché. La ville de Paris, en 1880, puis en 1883, a cédé, moyennant une rétribution insignifiante, les eaux de quelques-unes de ses machines à des industriels qui s'engageaient à fournir des bains chauds à 15, 20 ou 25 centimes. Les premiers entrepreneurs n'ont pas réussi. Peut-être que, comme il convient de se baigner dans l'eau propre, il faudrait épurer les eaux des machines ou l'employer simplement à chauffer d'autre eau.

La ville de Lille possède un établissement de bains à bon marché, très insuffisant, mais qu'elle est disposée à reproduire plus en grand et probablement dans plusieurs quartiers. Avec 32 baignoires d'hommes, 14 de femmes et 4 pour bains sulfureux, il est donné, année moyenne, 25,000 bains à 30 centimes. Il est remarquable que 441 de ces bains sont pris par des militaires. A Rouen, Michel Durand a fondé un bain public auquel est annexé un lavoir; cet établissement, d'une distribution bien conçue, avec 8 baignoires d'hommes et 6 de femmes, donne 9 à 10,000 bains par an, à 40 centimes l'un. (Le lavoir autrefois annexé au bain public de Lille a été supprimé, n'étant pas fréquenté.)

Ce sont de louables efforts ; mais le petit nombre de bains donnés, relativement à l'énorme population ouvrière de ces deux grandes villes, prouve qu'il reste difficile de résoudre le problème de la propreté corporelle chez les ouvriers ou chez tout autre groupe peu à l'aise de la population, en cherchant dans la direction traditionnelle du bain en baignoire. Ce procédé sera, nécessairement, toujours coûteux et un peu long; du temps et de l'argent, c'est précisément sur quoi les ouvriers sont obligés de faire les plus rigoureuses économies. La même considération pèse sur les administrations, petites ou grandes, lorsque la bonne volonté leur viendrait de faire quelque chose pour le lavage corporel, régulier, des groupes confiés à leurs soins. L'administration de la guerre, spécialement, est dans ce cas vis-à-vis des soldats, chez qui, néanmoins, la propreté a une importance sanitaire de premier ordre. C'est cette situation qui a inspiré l'idée du *bain-douche*, dont il va être parlé.

Bain-douche de propreté. — Tant que le but du bain est essentiellement la netteté du tégument, comme c'est le cas chez les soldats et les ouvriers sains, il est clair qu'on n'a pas besoin d'un hectolitre d'eau et d'une demi-heure d'immersion dans une baignoire encombrante, logée dans une cabine individuelle.

Les médecins de l'armée, depuis longtemps, s'évertuent à diminuer le temps et la quantité d'eau habituellement exigés pour un bain. Grellois (1861) proposait l'emploi d'une piscine de 7 hectolitres, pouvant servir au nettoyage de 50 hommes ; Riolacci (1866) avait imaginé le lavage individuel dans des bassins profonds de 21 centimètres, dans lesquels l'homme était assis et s'épongeait pendant vingt minutes, n'étant naturellement pas immergé. Les bains *par affusions froides*, pratiqués à Marseille par le Dr Dunal, contenaient en germe le système du bain-douche ; les hommes se plaçaient, par trois à la fois et pendant trois minutes, sous un tube percé de trous en arrosoir, d'où l'eau tombait d'une hauteur de $1^{m},60$ au-dessus du sol, et se frictionnaient au savon pendant le même temps. La douche était froide et ne pouvait guère convenir qu'à l'été d'un pays chaud. Il fallait trouver le moyen de donner le bain-douche chaud et en tout temps.

L'honneur d'avoir réalisé le premier cette salutaire pratique revient à Merry-Delabost, qui, dès 1873, l'appliquait aux détenus de la prison de Rouen et en proposait la généralisation à tous les établissements pénitentiaires. De l'eau chauffée à 34 ou 35° descend d'un réservoir élevé de 14 mètres, et tombe en pluie par six tuyaux terminés en pomme d'arrosoir, munis de robinets indépendants. Le sol de la salle de bain est cimenté et en pente légère. En quatre ou cinq minutes, on donne

au même détenu 4 ou 5 douches, séparées par une demi-minute d'intervalle, pendant laquelle il se frotte au savon noir. C'est un autre détenu qui manœuvre le robinet. On admet naturellement six baigneurs à la fois. Après la douche, chacun rentre, revêtu d'un peignoir, dans un compartiment qui précède la salle de bains et où l'on a déposé ses effets, en d'autres termes, le vestiaire.

Quelques années plus tard, le Dr Haro et le colonel Louis instituaient, au 69e régiment d'infanterie, un système d'ablutions analogue et peut-être plus approprié encore aux modestes ressources dont disposent les corps de troupes. La douche était fournie par une pompe d'arrosage ordinaire, munie d'une bâche dans laquelle on versait 1 partie d'eau bouillante pour 2 d'eau froide et d'où la gerbe liquide sortait par une lance flexible, à extrémité libre en arrosoir. Un baigneur dirigeait le jet de haut en bas sur chaque homme placé dans un bassin de zinc et, par suite, les pieds dans l'eau. On pouvait ainsi baigner tout le régiment (1,300 hommes) en quinze jours, pour une dépense de 1 centime par tête.

Dans une caserne modèle, à Dresde, on a régularisé ce système par l'installation permanente, dans une salle appropriée, de tuyaux de douches courant à la fois sous le plafond et sur le sol et permettant de laver 12 hommes ensemble. En hiver seulement, l'eau est chauffée. W. Roth, médecin général de l'armée saxonne, a montré avec une légitime satisfaction cet outillage hygiénique à l'Association allemande d'hygiène publique, réunie à Dresde en 1878. On arrive, avec cet appareil, à laver chaque soldat une fois tous les huit jours. Quelques baignoires sont tenues en réserve pour décrasser d'abord les plus sales, tels que les recrues à l'arrivée. La consommation d'eau est de 2 à 3 litres par tête.

En France, l'ingénieur Tollet associe l'établissement de bains-douches réguliers à ses projets de nouvelles casernes.

D'ailleurs, il n'est presque plus de casernes, en France, qui n'aient leurs salle de *bains par aspersion*, avec une deuxième pièce servant de *vestiaire*, et qui est indispensable. L'eau est à peu près toujours chauffée; on se sert, tantôt de la pompe foulante et de la lance, tantôt d'un réservoir placé à quelques mètres de hauteur, dans lequel on mélange de l'eau bouillante avec de l'eau froide et d'où le liquide se répand dans un tuyau sous le plafond, pour s'échapper en pluie par un ajutage en pomme d'arrosoir. Un tour de robinet produit ou arrête l'aspersion. Les hommes ont les pieds dans un bassin, sur une claire-voie en bois, que l'on superpose pour l'occasion au sol cimenté. Chaque soldat est baigné deux fois par mois avec 5 à 6 litres d'eau; et l'atmosphère des chambres est devenue respirable. D'ici peu, il n'y aura pas un corps de troupes manquant de cette installation.

Quelques-uns de nos régiments de cavalerie ont utilisé, fort ingénieusement, la chaleur développée dans la fermentation des fumiers à chauffer l'eau nécessaire aux bains. Vallin semble louer cette manière de faire; comment la concilier, cependant, avec la nécessité de l'éloignement le plus rapide possible des fumiers hors de la caserne et de la ville?

Il semble que ce ne soit pas une grande difficulté à surmonter, pour les administrations municipales, que de créer des établissements publics de bains-douches, où les ouvriers trouveraient, en quelques minutes et contre une rémunération insignifiante, le bienfait d'un lavage complet. Il faudrait seulement distinguer d'une façon absolue le compartiment des femmes de

celui des hommes, donner au premier des cabines individuelles faites d'un rideau de toile, mettre à la disposition des femmes des capelines en caoutchouc pour protéger la chevelure, leur offrir un vestiaire un peu plus recherché, etc. En attendant, les grands industriels, qui emploient des centaines d'ouvriers des deux sexes, feraient un acte d'intelligente sollicitude à l'égard de leur personnel, en leur ménageant les locaux fort simples, vestiaire et salle de bains munie de tuyaux perforés, qu'exige la pratique de ce système; il y a de la place dans les usines; on a sous la main l'eau, la vapeur des générateurs pour l'échauffer, la pression. Il ne manque plus que l'exemple donné par quelqu'un.

Des installations analogues, fussent-elles encore plus rudimentaires, seraient à désirer dans les communes rurales, en les annexant de préférence aux écoles primaires, en vue d'habituer de bonne heure à la propreté les petits paysans qu'on élève beaucoup trop dans l'horreur de l'eau. Dans beaucoup de villages, il n'y a pas une baignoire!

Les écoliers des villes, d'ailleurs, n'ont pas moins besoin qu'on mette le bain de propreté à leur disposition. Les parents des écoliers pauvres ne songent pas souvent à faire la dépense d'un bain en baignoire pour leurs enfants; pour bien des raisons, ceux-ci ne peuvent guère fréquenter les « bains populaires ». Finalement, sauf les mains et la face, ils ne se lavent pas. L'expérience démontre qu'il en est souvent de même des externes des lycées. Le bain d'aspersion, qui est court, rendrait d'énormes services, si les établissements d'instruction l'offraient régulièrement à leurs élèves du dehors, aussi bien qu'aux pensionnaires.

Le bourgmestre de Gœttingen, Merkel, a introduit le bain-douche dans deux écoles populaires de cette ville; les premiers frais se sont élevés à 1,625 francs pour l'une et 1,125 francs pour l'autre. On y baigne 50 garçons de onze à douze ans en cinquante minutes, de la façon suivante : au début de la classe, le maître demande : « Qui veut aller au bain aujourd'hui? » 50 élèves sur 54 s'inscrivent. On fait sortir en silence les 9 du rang supérieur, qui se rendent au vestiaire et se déshabillent. Quelques minutes après, 9 autres élèves sortent de la même manière; il en manque donc 18 à la fois. Les premiers passent sous la douche 3 par 3, achèvent de se laver, les pieds particulièrement, dans des bassins en zinc, et vont s'essuyer à part. Les 9 suivants les remplacent, pendant que les premiers se rhabillent. Ceux-ci ne rentrent dans la salle de classe que 4 ou 5 ensemble. Ainsi de suite, jusqu'à ce que tous les inscrits y aient passé. Mais la classe n'est point interrompue, quoique le maître se rende au moins une fois, pendant la séance, à la salle de bains, dans l'intérêt du bon ordre. On s'arrange seulement de façon à faire coïncider la baignade avec un exercice qui ne souffre pas d'une interruption de dix minutes : la leçon d'écriture, par exemple. Chaque enfant apporte son linge.

Il faut un peu plus de temps pour les petites filles et les plus petits garçons, dont la surveillance pendant le bain est confiée à la femme du gardien de l'école.

Merkel, supposant que l'installation du bain-douche pourrait être utile et bien accueillie dans l'école *moyenne*, qui réunit les enfants de la bourgeoisie, interrogea à cet égard le directeur de l'enseignement et lui soumit l'idée d'exiger une légère rétribution de la part des clients de cette catégorie. La réponse fut que, les 4/5es de ces enfants ne prenant jamais de bains, l'institution serait des plus

utiles et que 500 élèves, sur 860, avaient l'engagement de leurs parents de fréquenter le bain-douche à raison de 5 pfennings = $0^{fr},0625$ par bain.

Cette communication avait lieu à la *Réunion des hygiénistes allemands*, à Breslau (1886). Dans la même séance, Oscar Lassar établit qu'il est à peu près impossible d'avoir, dans une ville, assez d'établissements et assez de baignoires pour donner un bain par semaine à tous les habitants. Il faudrait, en effet, par 1,000 habitants, au moins un établissement à dix baignoires, dont chacune donnerait 14 ou 15 bains par jour; soit 45,000 établissements de bains pour toute l'Allemagne. On est fort loin de compte. Aussi la grande majorité des ouvriers et la presque totalité des habitants de la campagne ne prennent-ils jamais de bains et ne pourraient en prendre, même s'ils en avaient le temps et l'argent. Nous reconnaissons que c'est à peu près la même chose en France.

Or, tandis qu'il faut 200 litres d'eau pour un bain de baignoire, 10 litres suffisent et au delà pour un bain douche; celui-ci dure dix minutes, tout compris, alors qu'un bain de baignoire ne saurait prendre moins d'une demi-heure. Lassar, à l'Exposition d'hygiène de Berlin, avait fait établir par la maison David Grove, au bord d'un des canaux qui sillonnaient le terrain de l'exposition, sur 40 mètres carrés de surface, un édicule en tôle renfermant 10 cases à bains-douches, 2 water-closets, 1 lavoir, 1 séchoir, etc. Cette maisonnette était divisée en deux compartiments, un pour les hommes, l'autre pour les femmes, avec entrée distincte. Plus de 10,000 personnes en usèrent. Pour le prix de 10 à 15 pfennings (0 fr. 125 à 0 fr. 1875), on y recevait une douche chaude, une douche froide, du savon et une serviette. L'auteur estime qu'il conviendrait de placer des établissements de ce genre à la campagne et à la ville, sur les places publiques, aux carrefours très fréquentés, près des gares de chemins de fer, dans les écoles, les manufactures, les exploitations minières, les asiles, les casernes, les prisons. Nous partageons entièrement son avis.

Bains de vapeur. Bains d'étuve sèche. — Dans une atmosphère limitée et remplie de vapeur chaude, le corps ne peut plus perdre de chaleur par évaporation, ni par conduction. Sa température s'élève donc de 2 à 3 degrés, le pouls augmente de fréquence, la respiration est pénible. Aussi le bain de vapeur est-il désagréable et même dangereux, d'une part aux individus faibles et délicats, d'autre part aux pléthoriques. Au moins convient-il de ne pas pousser la température de l'étuve humide au delà de 50° et de tenir, à côté du compartiment de l'étuve, une pièce aérée, fraîche, dans laquelle le client puisse passer au moment du besoin.

Dans l'étuve sèche, la résistance du corps à l'échauffement n'est point entravée; c'est le contraire. Il est fait un puissant appel à l'activité des glandes sudorales, et l'individu prend en quelque sorte un bain dans sa propre sueur. Une haute température, par conséquent, y est infiniment mieux supportée que dans l'étuve humide. Celle de 50° n'est pas exagérée; mais il n'est pas prudent d'aller au delà. Quelques pays, et même des industriels dans les capitales, ont conservé ou ressuscité sous divers noms (bains turcs, bains maures, bains romains, etc.) quelque chose qui rappelle les parties essentielles du bain ancien :

L'*apodyterium*, ou vestiaire et lieu de repos après le bain;

Le *tepidarium*, étuve sèche à 32°;

Le *sudatorium*, étuve à 50°;

Le *frigidarium*, avec aspersion ou douche froide. Selon les cas, on y joint les frictions sèches et le massage.

Bibliographie. — ROBERTSON und MEYER (A.) : *Ueber öffentliche Badeanstalten* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspflg., XIII, p. 180, 1880). — ARNOULD (J.). *Sur la vulgarisation de l'usage du bain* (Annal. d'hyg., 3e série, III, p. 385, 1880). — DROUINEAU : *Bains pour la classe ouvrière et indigente* (C.-R. des travaux des Conseils d'hyg. du département de la Charente-Inférieure pendant l'année 1879. La Rochelle, 1880). — DU CLAUX (V.) : *Bains publics à bon marché* (Annal. d'hyg., 3e série, X, p. 105, 1883). — ARNOULD (J.) : *L'Exposition d'hygiène allemande à Berlin en* 1883 (Annal. d'hyg., 3e série, X, p. 470, 1883). — STÜBBEN (J.). *Das Badewesen in alter und neuer Zeit mit besonderer Beziehung auf das in Köln zu errichtende Hohenstaufenbad* (Centr. blatt. f. allgem. Gesundheitspflg., II, p. 251, 1883). — LASSAR (Oscar) : *Bade-und Wasch-Anstalten* (Bericht über die allgem. deut. Ausstellung auf d. Gebiete der Hygiene u. s. w. I, p. 329, Breslau, 1885). — LASSAR (O.) : und MERKEL : *Volks-und Schulbäder* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspflg., XIX, p. 33, 1887).

B. **Soins spéciaux**. — *Les pieds*. — En raison des services incessants et pénibles qu'on lui demande, malgré la chaussure dont il est armé, ou plutôt à cause des défectuosités habituelles de celle-ci, le pied a droit à une mention spéciale dans l'hygiène corporelle immédiate. Peut-être plus riche que d'autres parties en glandes sudoripares et sébacées, le pied est plus exposé à conserver le produit de ces sécrétions, et à subir les conséquences de l'irritation locale qu'elles déterminent par ce fait que les orteils sont rapprochés d'une façon permanente dans la chaussure et que rien ne peut s'en échapper au dehors par les mouvements ordinaires, comme cela arriverait des mains, par exemple, si elles fournissaient des détritus analogues. Ces produits de sécrétion s'accumulent, fermentent, sont peut-être résorbés en partie ; ils macèrent l'épiderme du pied, disposent aux excoriations, ou au contraire à ces végétations épidermiques et à ces endurcissements du derme, que la pression des chaussures provoque d'ailleurs, et qu'on appelle *callosités*, *durillons*, *cors*, *œils-de-perdrix*, etc., accidents trop généralement regardés comme insignifiants et qui, pourtant, atteignent parfois à une extraordinaire gravité.

Les pieds devraient être l'objet de lotions, tous les soirs, plutôt de lotions froides que d'un bain tiède, surtout chez les gens qui marchent et qui ont une disposition reconnue à la sueur des pieds, aux excoriations épidermiques. Il convient même, dans les cas de friabilité excessive de l'épiderme, de s'abstenir de savonner les pieds dans le bain et d'ajouter à l'eau de celui-ci de l'alcool ; au besoin, l'on se contenterait de frictionner les pieds et les espaces interdigitaux avec un linge mouillé d'eau acidulée ou astringente. Morache recommande d'enduire d'une pommade faite de savon râpé et d'alcool les pieds des soldats particulièrement disposés aux excoriations. Les bandelettes enduites de suif sont un moyen traditionnel et rendent réellement des services.

Il importe de ne point laisser les ongles dépasser notablement les orteils, dans la crainte du refoulement et de la compression par la chaussure. On coupe carrément, et non pas en rond, ces revêtements cornés, surtout l'ongle du gros orteil, de telle sorte que les angles de cet ongle soient toujours un peu au-dessus et hors de la pulpe de l'orteil ; si l'un d'eux est en-

clavé dans la pulpe du doigt, il est presque certain que la croissance entraînera un ongle incarné.

S'il apparaît, sur quelque point, une ampoule ou une callosité, il faut s'en occuper tout de suite. Il est de pratique vulgaire de traverser d'un fil les ampoules sans les ouvrir; la sérosité s'écoule par cette sorte de drain et, néanmoins, l'épiderme, quoique soulevé, continue à protéger le point intéressé de la peau. Les callosités doivent être détruites à la lime; les durillons et cors aux pieds, enlevés par petits copeaux, à l'aide d'une sorte de grattage par un canif qui coupe mal. Le rasoir est dangereux en ce qu'il est facile de faire pénétrer l'instrument plus qu'il n'est nécessaire, d'occasionner un léger écoulement de sang et un traumatisme peut-être redoutable. Du moins voit-on, tous les ans, dans les journaux, que cette imprudence a causé le tétanos et la mort. Un cor, qui a déjà été râclé, s'arrête et même rétrograde souvent par la simple application de diachylon ou de percaline agglutinative. Il n'y a là aucune action médicamenteuse, mais plutôt une protection mécanique contre la pression de la chaussure, contre le frottement de deux surfaces cutanées, et une macération de l'épiderme dans sa propre sueur, qui le dispose à une extirpation plus radicale. Lorsque les cors et durillons prennent une apparence quelque peu grave, le mieux est de s'adresser à un pédicure habile ou même au chirurgien. Il ne faut jamais insister dans la marche quand un de ces accidents, minimes en soi, a déterminé une inflammation plus ou moins étendue de la région.

Nous ne manquerons pas, d'ailleurs, de rappeler et d'affirmer que le plus grand nombre de ces cors et durillons, qui font de la marche un horrible supplice et donnent à l'attitude des individus l'aspect le plus grotesque, cesseraient d'être douloureux et disparaîtraient promptement si l'on voulait bien abandonner la chaussure qui les a provoqués, se résoudre à porter des chaussures qui aient le sens commun et alterner fréquemment entre deux paires qui, néanmoins, seraient l'une et l'autre bien faites.

Les mains. — La propreté des mains, la netteté des ongles, conditions réelles de bonne hygiène, sont d'ordinaire suffisamment imposées par les convenances sociales. Il est bon de dire, cependant, à l'intention de quelques personnes dont la peau des mains est extrêmement délicate, qu'il vaut mieux se laver les mains à l'eau froide qu'à l'eau tiède, en rentrant à la maison plutôt qu'au moment de sortir, et que, dans le cas où l'air froid du dehors devient une cause de gerçures, il est indispensable de porter des gants, de peau plutôt que de fourrures, et même pour dormir. La présence de gerçures doit, d'ailleurs, faire suspendre l'usage des lotions savonneuses et il faut se contenter d'*essuyer* les mains sans les mettre à l'eau; on fera, avec avantage, des onctions huileuses ou au suif parfumé.

Le choix du *savon de toilette*, pour la face au moins autant que pour les mains, est d'une certaine importance. Les savons de toilette sont à base de soude avec des corps gras de qualité supérieure, de bonne huile d'olives par exemple. Mais la spéculation en offre à bon marché une quantité considérable, dans lesquels un parfum quelconque dissimule la rancité de la graisse; ces savons sont irritants. Quelques maisons de parfumerie tiennent

assez à leur réputation pour ne pas donner leur estampille à ces produits défectueux; il vaut mieux en passer par leur prix assez élevé que d'user d'une denrée nuisible. En général, les savons transparents sont inoffensifs, parce que l'on ne saurait les fabriquer avec des graisses rances.

La face, la bouche, les oreilles. — Percée des orifices des voies respiratoires et portant les appareils des sens les plus délicats, la face ne saurait être soumise aux bains d'immersion qui effectuent le lavage des autres parties du corps. L'entretien de la propreté ne peut être obtenu ici que par des *ablutions;* mais il n'est pas moins de rigueur. Il réclame même une attention plus minutieuse, en raison des anfractuosités nombreuses qui caractérisent cette surface et des sécrétions variées qui s'échappent par ses orifices : larmes, mucus, salive, cérumen. Aussi les lotions de la face sont-elles aidées de frictions douces avec un linge de toile. Les éponges fines étaient naguère en vogue pour cet usage. Il vaut autant y renoncer, parce que l'éponge, que l'on garde indéfiniment sans la nettoyer autrement que par le lavage à grande eau, s'imprègne de matières organiques et de germes. La serviette de toile, au moins, ne sert que quelques jours et retourne au lessivage. Les ablutions et frictions de la face doivent se faire tous les jours, plutôt deux fois qu'une, et à l'eau froide en toute saison ; cette prescription est même plus rigoureuse en hiver, puisque la face est la partie du corps qui est toujours découverte et dont il importe le plus d'augmenter l'indifférence à l'action de l'air.

Chez l'homme adulte, la barbe exige des soins spéciaux. Ou bien elle est portée entière, selon la coutume aujourd'hui très répandue, et qui ne déplaît nullement à l'hygiène ; il suffit alors de lotions savonneuses, d'une brosse spéciale et de quelques coups de ciseaux, une fois par semaine, pour la maintenir à quelques centimètres de longueur. Ou bien, elle est livrée au rasoir, sur une étendue plus ou moins considérable; c'est une méthode à laquelle il n'y a pas lieu de faire le procès, bien qu'elle constitue une sorte d'asservissement; mais, au moins, faut-il recommander que ce détail de la toilette n'emploie encore que l'eau froide et le savon de bonne qualité, ou quelque préparation reconnue avantageuse et inoffensive, et surtout que, manié par l'intéressé ou par le coiffeur, *le rasoir soit personnel.* Il est, en effet, surabondamment démontré que des affections contagieuses peuvent être propagées par le rasoir banal et que, particulièrement, les parasites microscopiques du système pileux sont transmis avec une facilité malheureuse, par les barbiers, d'un client à un autre.

Le Dr Gerlier, médecin à Ferney-Voltaire, a présenté à l'Académie de médecine, par l'organe de Bergeron, la relation d'une *épidémie trichophytique*, qui, ayant probablement son origine dans l'*herpès tonsurant* des chevaux, s'était introduite chez le barbier unique du village, à l'état d'*herpès circiné* sur la personne de son fils, et se distribuait, par le barbier à ses clients, sous forme de *mentagre*. Il va sans dire que le médecin s'empressa de conseiller aux habitants de se raser eux-mêmes et que cet avis lui valut la colère du barbier; ce qui est plus étonnant, c'est que les autorités locales aient donné raison à ce malencontreux artiste. Nous rapportons ce fait parce qu'il est récent ; mais, depuis Pline l'Ancien jusqu'à Bazin,

on en a observé de pareils. Dans les conditions suspectes, Vallin conseille de chauffer préalablement le rasoir à 100 degrés; ce qui est aisé, par l'immersion un peu prolongée dans l'eau bouillante.

Il existe, cependant, une mentagre traumatique, produite le plus souvent par de mauvais savons ou par un rasoir qui coupe mal (*feu du rasoir*). La poudre de riz ou de fécule corrige ce fâcheux effet. Il faut, d'ailleurs, prendre un rasoir en bon état et de bonne qualité.

L'autre sexe, et même une partie du sexe masculin, exagère plutôt qu'il n'oublie les soins accordés à la toilette de la face. On ne se contente plus des lotions aqueuses, au savon plus ou moins fin ; on y ajoute des parfums, des teintures alcooliques de résines odorantes, ayant en général, comme la *teinture de benjoin*, des propriétés légèrement toniques pour le tégument; ou bien encore, on ravive la peau avec des acides légers, on l'assouplit avec des corps gras ; enfin, des couleurs habilement appliquées sur le visage et sur le cou donnent au teint une blancheur mate, aux pommettes des joues un incarnat, aux cils et aux paupières une teinte sombre, qui ne font guère illusion qu'à celles qui ont cru devoir recourir à ce masque, d'exécution pénible. En dehors des acteurs et des actrices, qui ont réellement besoin, sur la scène, de « se faire une figure » correspondant à leur personnage, et dont les traits, à distance, seraient diffus s'ils n'étaient exagérés, personne n'a rien à gagner à cette peinture, qui rapproche si fort les sociétés civilisées des tribus sauvages. En revanche, elle compromet positivement la souplesse et la vitalité naturelles de la peau, encore précieuses lors même que l'âge les affaiblit, et elle ne va à rien moins qu'à faire naître l'occasion d'une absorption toxique, lorsque, sciemment ou par suite de l'indélicatesse du commerce, les consommateurs de « *cosmétique* », *fard*, *pâtes épilatoires*, etc., étalent sur une partie de leur corps des substances minérales vénéneuses. Le mercure, le plomb, l'arsenic (souvent dans le sous-nitrate de bismuth impur), sont les agents le plus communément coupables en pareille occasion.

A l'égard de la bouche, il convient de rappeler, d'abord que sa muqueuse est une surface d'absorption et a été la porte d'entrée d'infections redoutables. D'où l'indication d'une très grande réserve vis-à-vis des objets d'usage banal que, machinalement, l'on porte à la bouche; les enfants sont spécialement à surveiller sous ce rapport. Par ailleurs, et en vue de la conservation des dents, la bouche doit être lotionnée matin et soir et surtout *après les repas*, qui laissent presque nécessairement, en contact avec les dents, des particules alimentaires qui subissent là, sous l'action de la salive, la fermentation acide ou putride. Cette raison rend la toilette du soir plus urgente pour les dents que celle du matin. Pour aider à l'effet des lotions, des frictions seront faites sur les dents, en dedans et en dehors, avec une brosse douce, trempée dans l'eau pure ou aromatisée avec quelques gouttes de teinture de myrrhe, et sur les soies de laquelle on répandra une *poudre dentifrice*. Les spécialistes s'accordent, en effet, à conseiller cet adjuvant, qui contribue à l'enlèvement des dépôts de diverse nature dans les interstices dentaires. « La craie préparée des pharmaciens, dit Galippe, porphyrisée et additionnée en proportions variables de chlorate de potasse, aroma-

tisée ou non, paraît devoir remplir, dans la généralité des cas, les indications principales d'une poudre dentifrice. » La brosse trop dure excorie les dents et refoule les gencives.

C'est surtout dans l'enfance (*dents de lait*) et dans la première jeunesse (6 *à* 12 *ans*) qu'il importe de surveiller l'état des dents, d'interpréter, au point de vue de la nutrition générale, la lenteur ou les anomalies de leur évolution, et de faire diriger l'hygiène de la bouche par un dentiste éclairé. Les maisons d'éducation de tous degrés doivent imposer aux élèves les soins de la bouche à l'égal de toutes les autres pratiques sanitaires, leur laisser le temps de procéder à cette importante toilette et faire faire l'inspection médicale des dents à intervalles réguliers.

Tous les aliments qui peuvent rendre la salive acide, les sucreries spécialement, tendent à altérer l'émail des dents et, par conséquent, préparent et favorisent la *carie*, dont les agents sont quelqu'un des nombreux microorganismes que nous savons exister dans la bouche (voy. page 457). Aussi convient-il de se rincer la bouche après avoir mangé des sucreries, des gâteaux et même du pain; autant dire après chaque repas. Il paraît être utile de choisir des aliments d'une certaine résistance; Galippe conseille le pain bis, de préférence au pain blanc: le pain bis, en outre, est supérieur par sa richesse en éléments minéraux (phosphates de chaux et de magnésie). Son utilité est confirmée par Kulp et Templeton, dont l'opinion est rapportée par Lucas Championnière. Les Écossais devraient à la farine d'avoine la beauté de leur dentition (Barker). Galippe a remarqué que, sur certains hauts plateaux, les habitants, qui se nourrissent presque exclusivement de farine de maïs délayée dans de l'eau ou du lait, de lait caillé, et qui ne mangent que fort peu de viande et de pain, ont un système dentaire déplorable, tandis que les habitants des vallées, qui mangent du pain et de la viande, ont les dents belles. Les naturels du nord de la Sibérie ont des dents magnifiques jusqu'à un âge avancé; ils mangent du pain noir, boivent du lait fermenté, antiscorbutique, et, après chaque repas, mâchent une préparation de résine de sapin, qui leur nettoie les dents.

Selon un grand nombre de spécialistes, Silherwood, Harlan, Chrétien, E. Martin, Galippe, Magitot, le travail intellectuel excessif a une influence décisive sur l'altération des dents, ainsi qu'on le remarque à l'école polytechnique, à l'école Monge, etc.

La gingivite et la périostite sont du ressort de la thérapeutique dentaire. Ce que l'hygiène ne cesse pas de considérer, c'est que les dents sont le premier instrument des opérations de la nutrition et que, par conséquent, les laisser se compromettre de bonne heure, c'est se désarmer peu à peu dans la lutte pour l'existence.

La disposition de la conque de l'*oreille* et du conduit auditif exige que le nettoyage en soit assuré avec quelque attention. On peut porter assez loin dans le conduit une petite éponge mouillée ou le coin d'un linge fin, de façon à prévenir les accumulations du cérumen qui, assez souvent, ont donné l'illusion de la surdité à des individus en parfaite santé. On a dit que le bain de mer pouvait occasionner des irritations de la membrane du tympan par

l'action de l'eau salée; c'est possible, mais Van Harlingen croit que le danger existe plutôt, si, comme cela arrive dans les ébats de la natation, de l'eau salée a pénétré dans les fosses nasales et qu'au sortir de l'eau on ait cédé au besoin de se moucher; dans les efforts que nécessite cet acte, de l'eau peut être refoulée par la trompe d'Eustache dans l'oreille moyenne. Il y a donc lieu d'attendre que le mucus nasal ait entraîné spontanément l'issue de l'eau salée, avant de satisfaire l'envie de se moucher.

Selon Guye (d'Amsterdam), l'habitude de respirer par la bouche est une des causes fréquentes de la surdité. Il est plus probable (Vallin) que cette surdité est due elle-même à la raison pour laquelle certains sujets ne peuvent respirer par les narines, à savoir, la présence de végétations naso-pharyngiennes, qui propagent l'inflammation jusqu'à la trompe d'Eustache.

Les *cheveux*, dont la longueur et l'abondance sont l'ornement de la femme, gagnent à être portés courts chez l'homme et même très courts chez les individus qui ont peu de temps à consacrer à leur toilette journalière. Il n'y a, du reste, que la propreté qui en bénéficie, car la coupe fréquente des cheveux, fût-ce au ras de la peau, n'a pas la vertu que l'on croit de les multiplier; elle les rend seulement un peu plus gros et plus fermes; aussi n'est-il point mauvais de couper l'extrême pointe des cheveux chez les jeunes filles. Raser la tête en vue d'arrêter la chute des cheveux est aller à l'encontre du but, puisque l'on compromet davantage la vitalité du bulbe pileux, déjà affaibli.

Les cheveux n'ont rigoureusement besoin que du peigne et de la brosse, d'une aération habituelle suffisante et, de loin en loin, d'une lotion savonneuse, tiède, rapide. Cependant les hygiénistes permettent la pommade aux personnes dont les cheveux pèchent par la sécheresse, cas bien rare, et la poudre d'amidon pour l'excès contraire. La brosse et le peigne, d'ailleurs, sont faits pour nettoyer et aérer les cheveux bien plus que le cuir chevelu lui-même; il est fâcheux d'employer des brosses très rudes et d'abuser du peigne fin; beaucoup de personnes, se raclant la peau à outrance pour se débarrasser de « pellicules » un peu abondantes et même d'un réel pytiriasis, ont dû la chute de leurs cheveux beaucoup plus au remède employé qu'au mal lui-même. Par la même raison, les femmes qui tiennent à leur chevelure, et elles ont raison, ont le plus grand tort de la tirailler à l'excès, de la tordre, de la crêper, de donner aux cheveux une direction qu'ils n'ont pas naturellement; toutes ces manœuvres ébranlent le cheveu dans son implantation et le disposent à abandonner le cuir. Les coiffures les plus simples sont les meilleures pour l'hygiène et pour la conservation de la beauté.

Parmi les cosmétiques tolérés pour les cheveux, le plus inoffensif est la moelle de bœuf associée à l'huile d'amandes amères. On y ajoute, avec un médiocre succès, il faut le dire, la teinture de cantharides, le quinquina, le jus de citron, en vue d'arrêter la chute des cheveux, lorsqu'elle se manifeste. Quant aux « pommades pour faire repousser les cheveux », elles ne profitent qu'à ceux qui les vendent.

Les individus qui, sottement, recourent à la *teinture des cheveux* méritent peu d'intérêt. On peut les prévenir seulement que toutes les teintures bon

teint sont des matières minérales plus ou moins toxiques, sels de plomb, d'argent, de mercure, dont le moindre inconvénient est de compromettre jusqu'au bulbe pileux, mais dont il est parfois absorbé une portion.

Le temps est déjà loin de nous où le sexe masculin, régulièrement, et par mode, s'affublait de perruques plus ou moins monumentales; les hommes aujourd'hui, encore pas tous, il s'en faut, ne portent de perruques que pour remédier à une calvitie réelle et dans le cas où la dénudation du crâne est une cause positive de malaises et même de maladies. Beaucoup de chauves préfèrent s'aguerrir. Mais il est clair qu'on ne saurait blâmer ceux pour qui la perruque est une sorte de vêtement, devenu une nécessité par des conditions spéciales, pas plus qu'on ne blâmerait, en des cas analogues, l'usage d'une coiffure d'étoffe, calotte, bonnet, etc. La perruque, toutefois, doit être légère, perméable à l'air et à la sueur, ne pas faire de constriction sur le crâne, être tenue propre et être quittée le plus souvent possible. Ce sont aujourd'hui les femmes qui, même sans nécessité, sont assujetties à la mode des cheveux postiches, nattes, bandeaux, boucles, chignons. Il est difficile que les faux cheveux se raccordent aux autres sans qu'il y ait quelque tiraillement pour ceux-ci; les chignons surtout étant quelquefois très lourds. En somme, les faux cheveux nuisent évidemment aux vrais et, dès que ce n'est plus qu'un sacrifice à la mode, il sera bon de le réduire au minimum.

Il importe, chez les individus vivant en groupes nombreux, les écoliers, les soldats, de veiller avec soin à détruire le parasitisme du cuir chevelu, qui se répand avec une extrême facilité à la faveur des contacts, des échanges de coiffures, des instruments des coiffeurs servant à tout le groupe. Lailler a montré comment il faut, en relevant les cheveux des garçons ou des filles, à la nuque principalement, et en faisant une raie avec une tige mousse, reconnaître l'intégrité de la peau, qui est d'un gris ardoise chez les bruns, pâle et légèrement rosée chez les sujets châtains ou blonds.

On constate la présence des *poux*, soit en les découvrant eux-mêmes à la racine des cheveux, soit plutôt par leurs œufs ou *lentes*, fixés au cheveu dans la longueur. L'emploi d'une poudre insecticide, quelques applications d'eau vinaigrée ou d'eau sédative, si les enfants n'ont pas de plaie, suffisent à les débarrasser. D'ordinaire, les pellicules et les croûtes, dues à la présence des poux, disparaissent avec ces parasites, pour peu qu'on y aide par des lavages à l'eau tiède, après lesquels on essuie la peau avec soin. Dans le cas de pellicules farineuses persistantes, Lailler conseille des lavages à l'eau de Panama, une fois par semaine, et l'application d'une très petite quantité d'huile.

Trois autres maladies contagieuses, dont deux au moins sont dues à un champignon, se rencontrent encore sur le cuir chevelu et doivent être l'objet de soins curatifs, en même temps que des mesures propres à en empêcher la propagation. Ce sont la *teigne faveuse*, la *teigne tonsurante* et la *pelade*. Les garçons, plus turbulents, y sont plus sujets que les filles. La contagiosité de la pelade est contestée par A. Ollivier; il est probable qu'il existe, en effet, des « peladoïdes trophonévrotiques » (Leloir) ou d'autres

alopécies partielles non transmissibles. Mais il y a une pelade visiblement transmissible, comme l'ont observé Hardy, Besnier, Lailler, Vidal, Coustan, et qui a tous les caractères d'après lesquels on peut soupçonner un agent parasitaire, bien qu'on ne l'ait pas encore déterminé, comme le constate Cornil. Dans les faits de Coustan (120 cas) sur la garnison de Montpellier, il fut évident que la *tondeuse mécanique* et des képis transmis avaient été les véhicules de la contagion. La récente épidémie des Sapeurs-pompiers de Paris, sur laquelle Léon Colin a fait un rapport au Conseil d'hygiène de la Seine, a montré la propagation par le fait de coucher dans les locaux où des malades avaient séjourné et spécialement de reprendre leur traversin.

Les parties génitales. — Il n'est pas de région du corps qui soit plus exposée que celle-là à l'accumulation des produits de sécrétion. De plus, la conformation des organes comporte la présence de plis, de sillons au tégument, dans lesquels le contact permanent de deux surfaces cutanées ou muqueuses est une cause spéciale de malpropreté. La circoncision chez l'homme, d'ailleurs absurde, trouve son excuse auprès de quelques hygiénistes dans cette nécessité d'épargner au membre viril, dans les pays chauds et arides, la stagnation du sébum versé par les glandes préputiales. La négligence, en effet, entraîne la persistance de ce produit sous le prépuce, sa fermentation et, par suite, la macération de l'épiderme muqueux, les excoriations et jusqu'à de véritables balanites. Il ne faut donc pas attendre l'époque du bain général pour en débarrasser l'organe, et ce devrait être un temps régulier de la toilette journalière. Il n'est pas démontré qu'en habituant de bonne heure les jeunes garçons à ces ablutions indispensables on fasse courir plus de risques à leur moralité qu'en entretenant chez eux la pruderie, la curiosité du mystérieux et le sébum putride qui excite le prurit de la verge et les entraîne à y porter la main; une lotion d'eau froide est parfaitement compatible avec la chasteté; disons mieux, elle y aide.

La même prescription s'applique aux jeunes filles et aux femmes de tous les âges, d'une façon encore plus impérieuse. Mais il y a d'importantes modifications à y introduire en raison de la fonction menstruelle, dont les mères doivent surveiller l'établissement chez leurs filles, en leur enseignant les précautions de toilette que réclame cette époque : l'abstention du bain froid, la suspension des lotions froides, le changement fréquent de linge, etc. Galippe a fait remarquer le singulier travers qui porte les institutrices des maisons d'éducation religieuses à faire envisager par leurs élèves cette fonction comme une chose honteuse dont on ne doit ni parler ni s'occuper, de telle sorte que les enfants s'asseyent, couchent et marchent avec une chemise durcie; qu'elles ont de véritables pertes pour n'avoir pas suspendu la promenade habituelle de la maison; qu'elles se lotionnent à tort et à travers et s'exposent à de sérieux accidents. Il est temps, décidément, d'apprendre à nos jeunes filles autre chose que les belles manières, la dévotion et la tapisserie.

L'*anus* doit prendre sa part des soins de toilette dont il est ici question. D'ailleurs, dans l'intérêt de la peau, du linge et des vêtements, il faut veiller à ce que cette région ne souffre pas trop, dans l'intervalle des lavages,

des souillures auxquelles elle est vouée et, spécialement dans les habitations collectives, assurer aux individus les moyens d'une toilette sommaire après chaque défécation. Dans les hôpitaux militaires de Berlin, chaque malade reçoit, tous les matins, une provision de papier. C'est le moyen d'échapper à ce fâcheux précepte, rappelé par H. Frölich : « *Si tibi charta deest, digitis absterge foramen.* »

Bibliographie. — Gerdier : *Épidémie trichophytique à Ferney-Voltaire* (Acad. méd., n° 31, 1880). — Arndt : *Beobachtungen an Spirochaete deuticola* (Archiv. f. patholog. Anatomie, LXXIX, 1880). — Miller : *Der Einfluss der Mikroorganismen auf die Caries der Zähne* (Archiv f. experimentelle Pathologie, XVI, 1882). — Lucas-Championnière : *Valeur du pain noir, des aliments phosphatés; influence des excès de travail sur les altérations dentaires* (Journal de méd. et de chir. pratique, mai 1882). — Pietkiewicz. *De l'hygiène de la bouche chez les enfants et les adolescents* (Rev. d'hyg., V. p. 661, 1883). — Galippe : *Note sur l'examen de la bouche et de l'appareil dentaire dans les établissements consacrés à l'instruction publique* (Rev. d'hyg., p. 889, 1883. — Dally, David, Magitot : *Discussion sur le même sujet* (Rev. d'hyg., V. p. 1010, 1883). — Galippe : *Recherches sur la constitution physique et chimique des dents à l'état de santé et de maladie* (Soc. biologie, mai 1884). — Guye (A.-G.) : *Des dangers que présente l'habitude de respirer par la bouche, tant pour l'organe de la respiration que pour celui de l'ouïe* (V. Congrès internat. d'hygiène, à La Haye, 1884). — Magitot : *Instructions relatives à l'examen de la bouche et des dents dans les Écoles* (Rev. d'hyg., VII, p. 558, 1885). — Lailler : *Instructions concernant les maladies contagieuses du cuir chevelu chez les enfants* (Rev. d'hyg., VII, p, 575, 1885). — Galippe : *Instruction concernant les soins à donner aux dents et à la bouche chez les enfants* (Rev. d'hyg., VII, p. 571, 1885). — Du même : *L'hygiène de la bouche suivant les âges et suivant les sexes* (Rev. d'hyg., VIII, p. 660, 1886). — Ollivier (A.) : *La pelade à l'école* (Acad. méd., 8 février 1887). — Brocq (L.) : *Doit-on considérer la pelade comme contagieuse?* (Gazette hebdomad. de méd. et de chir., p. 307, 1887). — Coustan : *Épidémie de pelade achromateuse observée en 1886, à Montpellier* (Rev. d'hyg., IX, p. 555, 1887). — Leloir (H.) : *De la pelade et des peladoïdes* (Acad. méd. 26 juin 1888). — Colin (L.) : *La pelade dans le gouvernement militaire de Paris* (Arch. de méd. milit., XII, p. 81, 1888).

CHAPITRE VII

DE L'ALIMENTATION ET DES BOISSONS

Nous avons reconnu la nature du *support* de notre espèce et les modifications que l'homme lui imprime, à dessein ou involontairement, de même que celles qu'il est sujet à recevoir de ce sol, auquel il est fixé. Le *milieu* commun, l'air atmosphérique, a été étudié sous les mêmes aspects et il nous a fallu, dans un vaste corollaire, examiner les atmosphères partielles que se créent les familles humaines, les appareils divers à l'aide desquels il nous est permis de ne ressentir, des propriétés de l'atmosphère, que celles qui nous sont agréables ou utiles. Déjà, par un côté, nous nous sommes aperçus que ce milieu sert aussi à nous *nourrir*, dans la plus large acception du mot. Nous sommes, logiquement ce semble, amenés à compléter cette notion, à savoir, ce que brûle cet oxygène atmosphérique, qui nous a tant occupés, et comment l'homme croît et se maintient sur le support et dans le milieu que nous connaissons.

L'homme croît et entretient la constitution histologique et chimique de ses tissus et de ses organes par l'*alimentation*.

La physiologie nous enseigne que la vie, au point de vue de la nutrition, est une balance perpétuelle entre deux mouvements opposés, l'un de destruction ou d'usure, l'autre de réparation, ou, comme on dit, entre la *désassimilation* et l'*assimilation*. Chez l'enfant qui vient de naître, il n'y a pas d'atténuation du premier de ces mouvements; mais le second l'emporte. Chez l'adulte, la tendance est à l'équilibre.

On appelle *principes alimentaires* des corps capables de réparer, à divers égards, les pertes de l'organisme : l'albumine, la graisse, les hydro-carbonés, l'eau, certains sels. L'*aliment* est l'ensemble de ces principes, fournis dans un juste équilibre et que l'on trouve sous forme de *substances alimentaires* diverses. Par extension, on donne quelque fois le nom d'aliment à une substance qui ne renferme pas tous les principes alimentaires ou qui les renferme dans des proportions défectueuses; ainsi, l'on traite d'aliment le sucre, le lait, etc.

A côté des substances alimentaires, il en existe qui n'ont aucune valeur chimique, ou à peu près aucune, dans l'alimentation, mais qui donnent aux aliments réels des qualités sans lesquelles elles se prêteraient mal à l'assimilation. Ce sont les *condiments* (*Genussmittel*).

Les aliments sont de la force latente. Ils sont appelés à céder à l'organisme humain cette force, qui se manifestera en phénomènes dynamiques de tout ordre, travail physique, œuvres intellectuelles, mouvements fonctionnels. Le mécanisme de cette mise en liberté des forces latentes est certainement de l'ordre des combustions et, comme dans les machines de l'industrie, le mouvement à l'intérieur et à l'extérieur de l'homme est une transformation de chaleur en travail. Il y a, en plus, la machine vivante à entretenir, et ce sont encore les aliments qui fournissent les matériaux de cet entretien. Mais les phénomènes du premier ordre sont beaucoup plus importants que ceux du second, et il ne faut pas croire que les matériaux oxydés (urée, acide carbonique) que nous rejetons, soient surtout des produits d'usure ; ce sont, en réalité, des scories, des cendres, de la fumée, provenant des corps brûlés que nous avons introduits dans notre machine pour y faire de la chaleur et du mouvement, mais qui n'ont jamais fait partie intégrante de nos tissus.

On a pensé, à tort, que l'évaluation des pertes de l'organisme donne la mesure des quantités de principes alimentaires à restituer. En effet, la consommation de matière dans le corps augmente ou diminue selon que l'apport alimentaire est plus ou moins abondant. Si l'on se base sur la consommation de principes pour l'animal *à jeun*, on est au-dessous de la vérité, comme il est arrivé à Bidder et Schmidt et à Frerichs, en s'appuyant sur la théorie fausse de Liebig. On serait au-dessus, dans le cas où les matériaux fournis seraient très abondants, puisque l'économie ne se borne pas à expulser — ou à emmagasiner — les principes superflus et qu'elle en détruit une partie.

Tout l'azote des aliments consommés est éliminé à l'état d'*urée* par les urines, les selles, les sécrétions cutanées; rien n'en passe par le poumon (Voit et Pettenkofer). Le carbone brûlé est exhalé par les poumons et par la

peau, à l'état d'*acide carbonique*. Le reste des pertes est de l'*eau* avec une certaine proportion de *sels*.

1. Principes alimentaires.

L'albumine. — Le plus important des principes alimentaires, chez l'homme, est l'*albumine*. La quantité qui en est consommée répond à un double but, qui a été bien mis en évidence par Voit. L'albumine du corps vivant est sous deux formes : une *albumine fixe*, ou difficilement décomposable, celle des cellules et des tissus, qui ne consomment d'albumine d'apport que pour leur renouvellement, fort lent, et une *albumine de circulation*, facilement décomposable, qui circule dans les vaisseaux sanguins et lymphatiques, alimente les cellules et fournit à leur activité; son abondance est subordonnée à celle de l'apport alimentaire.

L'animal mis *à la diète* détruit plus d'albumine dans les premières vingt-quatre heures que dans les jours suivants et d'autant plus qu'il a été nourri de viande. La consommation d'albumine va en diminuant jusqu'à un certain point *minimum*, qui dépend de la taille de l'animal.

Chez l'animal *qui reçoit de l'albumine*, la consommation de ce principe augmente comme son apport (Lehmann). Selon Voit, avec une consommation de 2,000 gr., de viande par jour, il est rendu 144 grammes d'urée; avec 2,500 grammes 173 gr., d'urée; avec 2,660 grammes de viande, 181 grammes d'urée. Toutefois, cette progression n'est régulière qu'avec un apport *continu* d'albumine. S'il y a des oscillations dans cet apport, la consommation d'albumine se ressent encore de l'abondance de l'apport antérieur, de sorte qu'il ne peut y avoir insuffisance absolue, à un jour donné, sans que la consommation baisse sensiblement et qu'en somme, il s'établit une sorte de niveau, plus ou moins élevé selon la richesse de l'apport. A plus forte raison ce niveau s'établit-il, élevé ou bas, si l'apport est régulièrement abondant ou régulièrement restreint.

Il existe, toutefois, pour chaque individu, un maximum et un minimum dans la capacité pour l'albumine. Chez le chien de Voit, qui consommait 2,500 grammes de viande (albumine 500 gr.) par jour, on provoquait la diarrhée en allant au delà. D'autre part, si l'apport d'albumine baisse suffisamment, la matière fixe des tissus est obligée de participer aux pertes de l'organisme; l'économie rend plus d'azote qu'elle n'en reçoit. Un apport d'albumine supérieur à la consommation de l'état de jeûne n'est donc pas du luxe.

Finalement, dit Forster, de grandes oscillations peuvent avoir lieu dans l'abondance de la nourriture azotée d'un jour à l'autre, sans inconvénient sérieux, pourvu qu'on n'aille pas jusqu'à provoquer des troubles des organes digestifs.

Avec l'apport exclusif de matières albuminoïdes, la limite entre le maximum et le minimum paraît assez étroite. En effet, l'abondance d'albumine en excitant la consommation, les doses de ce principe doivent s'élever de plus en plus, pour que l'individu n'en consomme pas plus qu'il n'en reçoit.

Sous forme de *viande*, on peut consommer beaucoup d'albumine. Rubner supporta pendant plusieurs jours le régime de 1,400 grammes de viande par jour; Ranke en mangea 2,000 grammes en un jour. Un Esquimau, cité par Parry, en dévorait aisément 9 livres en vingt heures. Les Hottentots,

les Boschimens, les Mongols ont des capacités analogues. Mais la moyenne des hommes n'en est pas là. Aussi l'alimentation *exclusive* avec de l'albumine (en y ajoutant de l'eau et des sels), théoriquement possible, est impraticable.

L'albumine est *animale :* albumine, fibrine, caséine, globuline, syntonine, — ou *végétale :* gluten, légumine, etc. Cette dernière est plus riche en azote et moins en carbone que l'albumine animale.

Forster étudie à part l'influence, sur la consommation de l'albumine dans le corps, de l'association de ce principe avec d'autres substances azotées. La *créatine*, la *nucléine*, produit de décomposition de l'albumine, sont peu ou point absorbées. La *lécithine*, dérivée de la *neurine*, est décomposée, mais n'influe pas sur la teneur en albumine.

La *gélatine* et les tissus gélatinisables, solubles, riches en azote, ont été tour à tour prônés à l'excès, par d'Arcet (1850), Duméril, Pelletan, Vauquelin, Guérard, ou déclarés nuls par Magendie. Selon Voit et Panum, ils sont résorbés et décomposés, comme les autres principes albuminoïdes, mais ils ne sont pas fixés dans l'organisme. Si l'usage de la gélatine se prolonge, il se perd plus d'albumine qu'il n'en entre. Néanmoins, la gélatine épargne l'albumine; il est moins consommé de celle-ci avec la gélatine que sans elle. En d'autres termes, la gélatine est utile, quand elle accompagne l'albumine. Les *peptones*, selon Voit, ressemblent à cet égard à la gélatine. Les peptones étant le produit de la digestion de l'albumine, Forster pense qu'ils peuvent être utiles aux malades, comme facilement absorbables, à la condition de ne pas remplacer indéfiniment l'albumine. La *gelée de viande* nous paraît être dans le même cas.

Association de la graisse à l'albumine. — Les corps non azotés ne sont pas destinés uniquement à faire de la chaleur, comme le supposait Liebig.

L'addition de graisse à l'albumine n'empêche pas la consommation de celle-ci, mais elle la ralentit et même la diminue, au point qu'un emmagasinement d'albumine est possible. Le tableau ci-dessous, de Forster, représente ces résultats tels que l'expérience chez le chien les fournit :

PÉRIODES D'EXPÉRIENCE. — JOURS.	APPORT JOURNALIER. VIANDE.	APPORT JOURNALIER. GRAISSE.	VIANDE TRANSFORMÉE PAR JOUR.
1 à 4	500	300	456
5 à 8	500	»	522
1	1500	»	1500
2	1500	30	1482
3	1500	60	1489
4	1500	100	1442
5	1500	150	1422
6	1500	»	1484

L'équilibre entre l'albumine qui entre et celle qui sort est plus vite atteint que sans graisse. Des chiens, nourris avec 1,200 grammes de viande par jour, rendent encore de l'albumine prise à leur propre substance. Si on leur donne 500 à 600 grammes de viande avec 200 grammes de graisse,

l'équilibre azoté s'établit. Rubner a relevé le cas d'un homme qui, mangeant 1,435 grammes de viande = 48gr,8 azote, rendait au deuxième jour 50gr,8 d'azote par l'urine; on lui donna du lait, c'est-à-dire de l'albumine associée à de la graisse, assez pour représenter 12gr,8 d'azote; il ne rendit plus de celui-ci que 12gr,6 par les urines.

La graisse emmagasinée dans le tissu cellulaire rend les mêmes services que celle de l'alimentation. Les gens gras supportent bien la diète.

Association des hydrocarbonés à l'albumine. — Les hydrocarbonés épargnent l'albumine, comme la graisse, et même mieux, suivant Voit. Les boissons sucrées rendent service aux malades en économisant leur albumine propre.

PÉRIODE D'EXPÉRIENCE.	APPORT JOURNALIER.			VIANDE TRANSFORMÉE.
	VIANDE.	AMIDON.	GRAISSE.	
1 à 5 jours.	2000	250	»	1793
6 à 9 jours.	2000	»	250	1883

Autres substances. — La *glycérine,* même à la dose de 25 à 30 grammes, chez de grands chiens, n'a pas paru avoir de vertu d'épargne, malgré l'assertion contraire de Catillon. Au-dessus de cette dose, elle produit la diurèse et exagère plutôt la destruction d'albumine.

La graisse. — Elle épargne l'albumine. Il est donc utile que l'économie en possède une réserve, pourvu qu'elle ne soit pas mécaniquement gênante.

Dans l'*état de diète,* l'oxydation de la graisse de réserve diminue comme celle de l'albumine, mais moins largement, et le minimum arrive plus tard (Voit et Pettenkofer).

Avec *apport de graisse,* c'est la graisse du dehors qui est consommée à la place de celle du corps; l'oxydation de graisse n'augmente pas avec l'apport, comme la transformation d'albumine.

S'il est fourni *moins de graisse* qu'il ne s'en oxyde dans la diète, la réserve de l'économie doit combler le déficit. S'il en est mangé plus, l'économie en consomme également un peu plus; mais la plus grande part du superflu s'emmagasine dans les réservoirs adipeux.

La perte ou la fixation de graisse, remarque Forster, sont indépendantes de l'introduction simultanée d'albumine. Un individu qui mange beaucoup de graisse et peu d'albumine, perd de son albumine, mais peut emmagasiner néanmoins de la graisse. C'est donc une erreur de vouloir juger de la convenance de telle ou telle alimentation par le poids qu'elle procure à l'animal. On peut mourir de faim, gras. Les bœufs tués dans les abattoirs de certaines villes du Nord, poussés à la graisse avec des tourteaux, donnent une viande d'apparence trompeuse; ce sont des bêtes malades.

L'albumine *fournie exclusivement* peut remplacer la graisse; si elle est à petites doses (viande), l'économie est pauvre à la fois en albumine et en

graisse; à doses plus élevées, elle peut couvrir à la fois la perte d'albumine et celle de graisse. En augmentant encore l'apport d'albumine, il se fixe de la graisse. Le tableau ci-après exprime ces résultats d'après Voit et Pettenkofer :

JOURS.	VIANDE TRANSFORMÉE.	MATIÈRE FIXÉE PAR L'ÉCONOMIE		ÉTAT PHYSIQUE DE L'ANIMAL.
		VIANDE.	GRAISSE.	
1	1450	+ 50	— 7	Gras.
1	1506	— 6	— 5	Gras.
3	1476	+ 24	+ 7	Moyen.
4	1420	+ 80	+ 28	Maigre.

Quelques-uns de ces résultats expliquent les succès de la méthode curative de l'obésité, dite de Banting.

Quand il est fourni *simultanément* de l'albumine et de la graisse, les choses se passent suivant les lois qui régissent l'apport de l'une et de l'autre en particulier.

Les hydrocarbonés. — Leur intervention passait pour un moyen d'engraissement auprès de Liebig, Dumas, Boussingault, Lawes et Gilbert. En fait, dans le cas supposé, il est éliminé par la peau et les poumons plus de carbone (sous forme de CO^2) que les hydrocarbonés n'en avaient apporté. Ce qui n'est pas le cas pour la graisse. Voit et Pettenkofer ont obtenu les résultats suivants :

APPORT.		CARBONE	
VIANDE.	AMIDON.	DE L'AMIDON.	RENDU EN CO^2.
400	250	93,5	148,6
400	400	152,7	157,5
800	450	168,4	180,9

Un chien, nourri avec 577 grammes amidon $= 221^{gr},6$ carbone, rend $266^{gr},3$ de carbone; — avec 700 grammes amidon $= 268^{gr},7$ carbone, il en rend $269^{gr},2$.

Les hydrocarbonés, facilement absorbés, peuvent épargner l'albumine et la graisse; par suite, permettre à celle-ci de s'accumuler. Quant à la façon dont ils participent à l'engraissement, on suppose que la matière chimique servant à la formation de graisse est fournie par les molécules d'albumine qui vont disparaître.

D'après Liebig, au point de vue de l'oxygène nécessaire à la combustion, 100 de graisse = 240 hydrocarbonés. Au point de vue alimentaire, selon Voit et Pettenkofer, les équivalents seraient : graisse 100 = hydrocarbonés 170 à 180.

En pratique, suivant Forster et comme le prouve l'expérience, le mieux est qu'il soit associé des hydrocarbonés à des quantités modérées d'albumine et de graisse. Celles-ci sont mieux utilisées que dans le cas contraire, et c'est le moyen de réduire au minimum l'apport de chacun des trois ordres de substances.

Autres principes non azotés. — Les acides gras, les acides des fruits et des plantes, l'alcool, la glycérine, etc., épargnent probablement quelque peu la transformation de la graisse dans l'économie. Les acides végétaux et l'alcool n'y sont que très incomplètement brûlés et, à doses élevées, produisent des accidents. Ces substances ne peuvent être que des auxiliaires accidentels de l'alimentation.

Principes inorganiques. — *L'eau.* — Nous avons dit antérieurement (p. 145) le rôle physiologique et mécanique de l'eau.

Proportion d'eau dans les tissus vivants :

Chez un même animal.		Chez des animaux différents.	
Os	12 p. 100	Viande maigre de bœuf	78 p. 100
Cerveau	75 —	— de porc	76 —
Sang	78 —	— de chien	76 —
Corps vitré	98 —	— d'oiseau	76 —
Salive	99 —	— de poisson	77 —

Elle est fournie à l'économie par l'oxydation de l'hydrogène des matières alimentaires, mais surtout par l'eau des aliments et des boissons.

Les animaux qui ne suent pas ont peu ou point besoin de boire. L'homme n'est pas dans ce cas. Le besoin de boire s'appelle la *soif.*

La soif prolongée est plus pénible que la diète d'aliments et empêche d'accepter des aliments solides, même de ceux qui renferment de l'eau. Les phénomènes consécutifs à la privation d'eau sont : des troubles nerveux, l'excitation suivie de dépression, la mort (Savigny : naufrage de la Méduse). Les proportions d'eau du corps baissent, mais probablement assez peu, comme il arrive dans la diarrhée profuse du choléra.

Il est difficile de fixer un chiffre représentant l'apport nécessaire d'eau, parce que la dépense varie suivant une foule de circonstances. C'est surtout la perte d'eau par la peau qui a les grandes oscillations. Les pertes, pour un adulte, d'après Voit et Pettenkofer, peuvent s'exprimer comme il suit :

	Au repos.	En travail.
Par les urines	1200 gr. d'eau.	1150 gr. d'eau.
Par les selles	110 —	80 —
Par la peau et les poumons	930 —	1730 —
	2240 —	2790 —

Pour Forster, la proportion d'eau qu'ingère un adulte, dans ses aliments et ses boissons, va de 2,200 grammes à 3,500 par jour. Prise en excès, elle ne s'accumule pas et n'augmente pas la proportion d'eau des organes ; mais elle quitte le corps sous forme d'urine, surexcite la fonction rénale, entraîne l'économie à détruire plus d'albumine et, selon Buhl, mène à l'hypertrophie et à la dégénérescence graisseuse du cœur, alors même que les boissons ne renferment pas d'alcool.

Il est fort remarquable que l'accumulation d'eau dans les organes soit, au contraire, le fait d'un régime pauvre. L'eau prend, dans les muscles surtout, la place de l'albumine détruite. L'animal peut ne pas perdre de poids, en remplaçant son muscle par de la graisse et de l'eau. Aussi a-t-on raison de dire que la viande d'un animal maigre coûte plus cher, à poids égal, que celle d'une bête en bon état.

Ces faits ressortent de l'expérience faite par Voit et Pettenkofer, en nourrissant un chien pendant quarante et un jours au pain et à l'eau. L'animal pesait 35 kilogrammes au début et 34kil,7 à la fin; il avait reçu 405gr,3 d'azote sous forme de pain et en avait rendu 531gr,7; soit une perte de 126gr,4 d'azote = 3,717 grammes de sa chair musculaire.

Quand, après une période de nourriture chétive, on vient à fournir de l'albumine en abondance, la quantité d'eau expulsée par l'urine augmente d'abord, comme l'ont remarqué Voit et Forster; à tel point que l'animal diminue de poids. L'albumine prend la place de l'eau.

La bouffissure, chez l'enfant et chez l'adulte, va bien avec la mauvaise alimentation. Le vulgaire le sait. Encore une fois, ce n'est pas en les pesant qu'on peut savoir si les gens sont bien nourris.

Sels minéraux. — Les organes renferment des *phosphates alcalins* et *terreux*, des *chlorures alcalins*, des *sels de fer*. Le triphosphate de chaux domine dans la cendre d'os; les phosphates alcalins dans celle des muscles; le chlorure de sodium dans les humeurs, les sels de potasse dans le tissu cellulaire.

Sang de l'homme	0,9	p. 100 de	cendre	(en poids).
— du chien	1,2	—	—	—
Chair du bœuf	1,3	—	—	—
— du chien	1,1	—	—	—
— de poisson	1,3	—	—	—
Os de bœuf	68,0	—	—	—
— d'homme	65,4	—	—	—
— de tortue	63,0	—	—	—
— de cobaye	65,3	—	—	—

La nécessité de l'apport de la potasse et de la chaux dans les aliments ressort suffisamment de ce tableau. A la vérité, ces éléments minéraux se trouvent en abondance dans la viande, le lait, le pain, etc.; c'est l'absorption, chez les individus, qui fait défaut. On peut poser en principe que tout régime *mixte* renferme et au delà tous les sels nécessaires.

Les sels du corps, dit Forster, sont *libres*, en solution dans les humeurs, ou *combinés* à des éléments combustibles et font partie intégrante des organes; comme l'albumine est fixe ou en circulation. Les sels libres subissent l'excrétion; cependant il est probable qu'ils servent de réserve pour les cas où l'économie ne reçoit pas son apport normal de matières minérales. L'accumulation de sels, si ce n'est très temporairement, n'est guère possible dans l'économie; mais l'usage immodéré de sels, du chlorure de sodium spécialement, pourrait conduire à un amoindrissement de l'assimilation alimentaire, par trouble des aptitudes digestives.

Voit a cru remarquer qu'avec l'usage du sel marin, la transformation d'albumine

dans l'économie s'élève. Mais il est probable qu'au fond, la grande appétence de la plupart des hommes pour le sel et ce que l'on a dit de son influence chez les animaux prouvent surtout que c'est un *condiment* de première valeur (v. plus loin).

II. Conditions qui règlent l'alimentation.

On a l'habitude de négliger ici les matériaux non combustibles, l'eau et les sels, et de ne songer qu'aux vrais *principes alimentaires*, pour déterminer les modalités de leur consommation dépendant des diverses conditions de la vie.

La taille. — La décomposition organique n'est pas exactement proportionnelle à la taille ; les individus petits consomment *relativement* plus que les grands. Ce qui est heureux, dans les armées, par exemple, où la ration est la même pour toutes les tailles. Cependant, l'homme, qui use des abris et des vêtements, échappe notablement à la règle d'après laquelle les petits animaux, ayant relativement une plus grande surface, se refroidissent plus vite que les grands. En général, le besoin d'aliments est en rapport avec le développement du système musculaire. Si un cheval de camion a besoin de manger plus qu'un petit poney, c'est d'abord parce qu'il est plus gros (plus musclé), et non parce qu'il travaille davantage (Voit) ; le travail dépendant lui-même à la fois de la musculature et de la consommation d'aliments.

Le sexe. — Il ne paraît pas avoir d'influence comme tel, sauf que, dans la grossesse et la lactation, la femme a deux économies à nourrir.

L'âge. — Dans l'enfance, l'activité des cellules doit assurer l'augmentation de la masse du corps, laquelle est de 120 à 300 grammes par semaine dans la première demi-année, 100 à 200 grammes dans la deuxième ; ou encore de 0,76 à 1 p. 100 dans le premier mois, 0,70 à 0,90 p. 100 dans le second (Bouchaud, Fleischmann et Albrecht). Selon Forster, il est fixé, chez les enfants à la mamelle, environ 5^{gr},5 de triphosphate de chaux par semaine, soit 1 kilogramme d'os en un an.

La croissance normale est entravée par un apport maigre, accélérée par un apport riche. Le gain en poids et par jour, selon Altherr, serait :

Enfant nourri au sein maternel	7^{gr},2
— au lait de vache	2 ,0
— — condensé	1 ,0
— à la farine Nestlé	0 ,5

La *race*, chez les jeunes animaux, influe sur la disposition au développement musculaire.

Il est remarquable que la quantité de substance fixée pendant la période de croissance soit faible, relativement aux besoins de l'enfant en principes alimentaires. Les combustions intra-organiques, en effet, ont une extrême activité chez l'enfant. Le tableau suivant, d'après Forster, Voit et Pettenkofer, résume les faits sur lesquels repose cette loi, en indiquant la

quantité de CO^2 rendue par heure et par 10 kilogrammes du poids du corps, comparativement, chez les enfants et les adultes :

	CO^2.
Nourrisson (fillette), âgée de 14 jours, entre deux tétées	9gr,0
Garçons et filles de 3 à 5 ans, au repos (pain et lait)	11 ,7
— de 6 à 7 ans, au repos	11 ,7
— de 9 à 13 ans	8 ,9
(Forster.)	
Adulte à la diète et au repos	4 ,4
— — en travail	7 ,1
— avec un régime moyen, au repos	5 ,5
— — en travail	7 ,2
— avec un régime riche en albumine, au repos	6 ,1
— — pauvre en azote, en travail	5, 6

La même loi se représentant chez les animaux, il est plus facile d'engraisser les vieux que les jeunes.

Le travail. — On sait aujourd'hui, contrairement à l'opinion de Liebig et aux expériences de Parkes, Pavy, Austin Flint, que ce n'est point la combustion de l'albumine (du muscle) qui fournit la force transformable en travail. Cette formule de Voit a été confirmée par la mémorable expérience de Fick et Wislicenus, sur le Faulhorn, le 30 août 1865.

Après être restés 24 heures sans prendre aucun aliment azoté et ne s'être nourris que de gâteaux d'amidon frits dans la graisse, les expérimentateurs ont gravi la montagne et fait, d'une part, le calcul des unités de travail fournies par chacun d'eux, d'autre part, celui des unités de travail correspondant à la combustion de l'azote représenté par l'urée rendue dans les cinq heures et demie d'ascension et dans les six heures suivantes (1 calorie = 65 kilogrammètres).

Fick a brûlé 37gr,17 matières azotées sèches = 162,36 unités de chaleur = 69,003 unités de travail ; alors qu'il a fourni réellement 129,006 unités de travail.

Wislicenus a brûlé 37 grammes matières azotées sèches = 161,62 unités de chaleur = 68,689 unités de travail disponibles, alors qu'il fournissait 148,565 unités de travail utile.

La combustion de l'albumine ne rend donc pas compte de plus de la moitié du travail fourni, ou de la chaleur convertie en travail. Mais il faut remarquer que les deux savants se sont placés dans les conditions les plus larges et qu'ils ont fait intervenir dans le calcul le double, au moins, de l'azote réellement brûlé pendant l'expérience.

Gavarret estime que la combustion de l'azote ne représente pas plus de 1 dixième du travail total. C'est peut-être exagéré ; en définitive, l'albumine de circulation entre aussi dans des combinaisons chimiques de la nature des oxydations ; ce phénomène ne se fait pas sans production de chaleur et celle-ci doit trouver son emploi.

Suivant Oppenheim, il y a une légère augmentation dans la destruction d'albumine, quand le travail va jusqu'à la dyspnée, et Voit lui-même porte de 118 à 150 grammes le besoin d'albumine dans l'état de travail. Au fond, l'albumine peut être la nourriture exclusive et remplacer la graisse, comme nous avons vu ; c'est donc qu'elle se dédouble en une partie azotée

et une autre non azotée, facilement oxydable, pouvant fournir de la chaleur comme la graisse et les hydrocarbonés.

L'activité du muscle amène son épaississement; c'est-à-dire qu'il y a fixation d'azote sur les éléments musculaires. Aussi, l'animal entraîné supporte-t-il le jeûne plus longtemps que les autres. Notre espèce ne fait pas exception.

Le véritable aliment du travail, c'est la graisse ou les hydrocarbonés. Lavoisier et Séguin, Vierordt, Scharling, Edw. Smith, avaient constaté que CO^2 augmente par l'activité musculaire. D'autre part, le travail n'augmente pas l'excrétion d'azote (Voit et Pettenkofer). Ce sont donc les principes hydrocarbonés qui fournissent la force utilisable.

Avec un régime moyen : Albumine 137 grammes; graisse 117 grammes; hydrocarbonés 352 grammes, Voit a trouvé la consommation de matière qui suit :

ÉTAT PHYSIOLOGIQUE.	VIANDE		GRAISSE		HYDRO-CARBONÉS DÉCOMPOSÉS.	ACIDE CARBONIQUE rendu.
	TRANSFORMÉE.	FIXÉE.	TRANSFORMÉE.	FIXÉE.		
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Travail	567	+ 1	173	— 56	352	1209
Repos	568	0	72	+ 54	352	912

Si l'on ne fournit, à l'homme en travail que la graisse nécessaire à l'état de repos, la réserve de graisse de l'économie diminue, et, même il y a transformation d'albumine pour suppléer la graisse. Cela arrive chez les gens maigres et très musclés. Ce qui explique que Pavy et Flint aient vu l'excrétion d'urée augmenter chez un coureur, à la fin du jour de travail.

Le climat. — On a déjà noté son influence (pages 350 et 358). La consommation d'albumine dans l'économie est essentiellement indépendante de la température extérieure. La consommation d'hydrocarbonés et surtout de graisse est, au contraire, augmentée par les basses températures (Pflüger, Voit, Charles-Théodore, Ch. Richet), qui, d'ailleurs, excitent des mouvements volontaires et involontaires. Sous les tropiques, la destruction des substances non azotées n'est pas sensiblement diminuée, et l'homme est obligé d'avoir recours, pour se rafraîchir, à d'autres moyens que l'abstention d'aliments combustibles. Toutefois, l'activité musculaire entraînant toujours un surcroît d'oxydations, on comprend qu'elle soit particulièrement dangereuse dans les atmosphères chaudes.

D'ailleurs, comme ce n'est pas l'abondance d'oxygène qui règle l'activité des combustions organiques, mais le besoin d'oxygène du sang qui règle l'absorption de ce gaz, Forster en conclut que la pression ou la dépression barométrique n'ont pas d'influence sur la consommation des principes alimentaires.

III. Matières alimentaires en général.

Les matières alimentaires, telles que la nature nous les offre, renferment souvent plusieurs à la fois des principes dont il vient d'être question et même autre chose encore. Au point de vue général, on peut considérer leur *préparation* et leur *digestibilité*.

Préparation des matières alimentaires. — Les matières alimentaires sont soumises à la *division* et à la *cuisson*. Les substances animales ont moins besoin de préparation que les matières végétales, au moins celles qui jouent un rôle considérable dans l'alimentation, les céréales, les légumineuses.

La division a toujours de l'importance chez les enfants et les vieillards, pour qui la mastication est difficile. La cuisson ne rend pas les matières animales plus faciles à digérer que si elles étaient brutes, quoi que l'on puisse conclure des expériences faites sur les hommes à fistule stomacale (le Canadien d'Élie de Beaumont), c'est-à-dire malades ; mais elle développe leur arome, permet la continuité de l'usage et tue les parasites, pourvu que la température de 100 degrés soit atteinte dans toute la substance. Chez les matières végétales, elle désagrège l'enveloppe cellulaire qui retenait l'élément nutritif et rend celui-ci accessible à l'action des sucs de l'estomac. L'espèce humaine, de temps immémorial, broie les céréales, en fait du pain, cuit les légumes ; ce qui ne prouve pas qu'elle soit naturellement végétarienne autant qu'on le dit.

Le but des préparations imposées aux matières végétales est habituellement de leur incorporer de l'eau ; par la cuisson, les substances animales en perdent, au contraire. La farine de froment a 12 à 14 p. 100 d'eau ; le pain 36 à 40 ; la viande de bœuf fraîche renferme 75 p. 100 d'eau ; bouillie, 55 à 59 ; rôtie, 56 à 63.

Digestion des matières alimentaires. — Il ne faut pas juger la digestibilité par la sensation que causent les aliments (*lourds* ou *légers*), mais par ce qui est réellement utilisé. On juge de cette utilisation d'après les résidus qui se retrouvent dans les fèces, deux à trois jours après.

En général, les substances animales sont digérées *plus rapidement* que les substances végétales et conviennent mieux aux malades.

Forster rapporte, avec raison, la digestibilité des aliments : 1° à leurs propriétés physiques ; 2° à leurs propriétés chimiques ; 3° aux dispositions du consommateur.

Propriétés physiques. — Le *volume* des matières alimentaires doit être *modéré ;* un volume excessif entraîne des pertes de substance et pousse à exagérer de plus en plus la dose, s'il est habituel. Un tel régime élargit l'estomac et l'intestin et subordonne le sentiment de satiété à la distension de ces viscères. Les paysans irlandais passant des pommes de terre au beefsteack croient ne pas avoir mangé. Les jeunes laboureurs devenant soldats sont dans le même cas (Mulder), comme les chevaux qui passent du régime vert au régime sec.

La *consistance* molle ou liquide est de rigueur pour les vieillards édentés et pour les petits enfants. L'homme adulte qui a des dents n'a pas beaucoup à s'occuper de la consistance, tant qu'il s'agit de matières animales, mais à la condition qu'il mastique, sans quoi l'on retrouve les morceaux inattaqués dans les selles. Les substances végétales, au contraire, ne se prêtent à l'action des sucs digestifs qu'après division et ramollissement.

Un homme recevait par jour :

1000	grammes	de pommes de terre.
207	—	de lentilles.
40	—	de pain.

renfermant en tout 14gr,7 d'azote (ou 94,81 d'albumine); il perdait dans les selles 24 p. 100 de tout le poids alimentaire sec et 47 p. 100 de tout l'azote. On le mit au régime de :

Viande........	300	grammes	qui renferme la même quantité d'azote, mais où l'amidon est remplacé par son équivalent de graisse.
Graisse	126	—	
Pain..........	40	—	

il ne perdit plus que 17 p. 100 de l'azote (Hoffmann).

Le *pain de tout grain*, difficile à digérer, entraînant une perte considérable de matière alimentaire non attaquée, devrait être donné en gros volume et n'en serait pas moins une illusion d'aliment pour la plupart des estomacs. C'est en vain que l'on a fait ressortir la richesse du son en principes alimentaires (amidon 50 p. 100; gluten 14,9); il y a une économie réelle à manger du pain blanc.

Les végétaux renferment de la cellulose, de la chlorophylle, des cellules d'amidon inattaquables qui, non seulement passent dans les selles, mais entraînent avec elles une portion des éléments parfaitement digestibles, y compris des fibres musculaires, si la cellulose est mêlée à la viande. Le pain qui contient le son perd dans les selles 20 p. 100 de substance nutritive (Meyer); le pain blanc 6 p. 100 seulement (voy. PAIN).

La *température* à laquelle sont pris les aliments ou boissons ne saurait dépasser de plus de 10 ou 15 degrés la température du sang. Franz Späth a fait, à cet égard, des observations intéressantes.

Les aliments sont *chauds*, quand ils dépassent 35 à 37 degrés (Hering), la température de la bouche. On pense, par leur moyen : échauffer tout le corps; — exciter la sécrétion des sucs digestifs ; — favoriser les phénomènes de la digestion. Le premier but est atteint; le second effet reste assez douteux, bien que l'hypérémie des glandes puisse être obtenue; le troisième est très vraisemblable, puisque les digestions artificielles se font au mieux à 40 degrés. Elles se font, du reste, aussi à 50°; mais à 80° les ferments sont très compromis.

Les paysans mangent la soupe très chaude, à 55 ou 60 degrés; exceptionnellement entre 65 et 70. Späth a vu un boucher manger la soupe à 70-72 degrés et le rôti entre 40 et 55. Lui-même peut boire largement un liquide à 50°, le prendre par cuillerées à bouche à 55 et par cuillerées à thé à 60 ou même 70 degrés ; mais alors il ne faut pas conserver le liquide dans la bouche et il y a un sentiment de brûlure. C'est pour cela qu'il est moins aisé d'ingérer très chauds des solides, qu'on est obligé de mastiquer; au-dessus de 55°, on avale les morceaux à peine mâchés.

L'habitude de manger très chaud émousse le goût (Weber); les cuisiniers finis-

sent par avoir ce sens obtus. Elle entraîne l'insuffisance de mastication des aliments. La haute température de ceux-ci, alternant avec le froid des boissons, fendille l'émail des dents et prépare la carie. Au-dessus de 50 degrés, les ferments digestifs sont compromis. Au-dessus de 55 et 60, on risque de provoquer des lésions du tube digestif, comme le prouvent les expériences de Kostjurin (Saint-Pétersbourg) sur des chiens, avec de l'eau à 45-65 degrés et celles de Späth, sur des lapins. En introduisant par la sonde, dans l'estomac d'animaux de cette famille, 60 à 120 grammes d'eau à 55°, Späth obtint l'hypérémie et le catarrhe de la muqueuse; à 60°, l'ulcération, même quand il faisait ingérer de l'eau froide aussitôt après; à 70°, l'inflammation avec infiltration séreuse; à 75-80°, la destruction des parois de l'estomac et la mort au bout de quelques jours. Des doses de 250 grammes à 60 degrés déterminaient des ulcérations mortelles, tandis que 15 à 30 grammes à 70-75 degrés ne faisaient que de petits ulcères et n'indisposaient pas notablement l'animal.

Propriétés chimiques. — Les matières alimentaires n'ont pas, généralement, de propriétés chimiques qui puissent attirer l'attention. Parmi les propriétés chimiques *primitives*, Forster signale l'*acidité*, représentée par les acides végétaux, l'acide lactique, le sucre du lait, qui rend d'ordinaire plus de services qu'elle ne nuit. Ainsi, l'addition de sucre de lait au lait de vache, qui constipe les nourrissons, est très favorable à ceux-ci. Mais il est des propriétés *acquises* dans le tube digestif même, qui ont quelque importance.

Il se forme, par exemple, des combinaisons qui ne sont plus absorbables. Les selles jaunes des nourrissons renferment des sels gras, qui ont fait des savons insolubles avec la chaux du lait. Il se forme, en d'autres cas, des produits de fermentation ou de putréfaction (avec l'intervention des microorganismes), qui peuvent entraîner des selles liquides. Nothnagel a reconnu le *Bacillus butyricus* dans les déjections de l'homme sain, comme Duclaux l'a vu dans le jabot des oiseaux.

Dispositions individuelles. — Le sommeil ralentit l'absorption digestive, mais le travail musculaire ne lui nuit pas, comme on le croit.

Le besoin éveille l'activité digestive; le contraire la ralentit. L'enfant fournit peu de sucs digestifs; l'adulte en produit, jusqu'à de certaines limites, en raison de la richesse de l'apport. Aussi l'activité digestive languit-elle chez les individus habituellement mal nourris, comme les prisonniers.

Les fèces renferment beaucoup de matières minérales et spécialement des sels de chaux, qui ne passent pas dans l'urine. L'azote qu'elles contiennent provient d'albumine non utilisée ou aussi de l'azote intestinal entraîné par les hydro-carbonés.

Combinaison des matières alimentaires. — Les substances animales donnent des selles petites, rares, visqueuses, pauvres en eau (70 à 79 p. 100); les végétaux, des selles copieuses, riches en eau (74 à 96 p. 100). Sauf pour les végétaux réduits en farine et cuits, c'est par leur usage que les pertes alimentaires par les selles sont les plus considérables, comme l'indique le tableau suivant de Voit :

GENRE D'ALIMENTS.	QUANTITÉ NÉCESSAIRE pour fournir le poids voulu en		QUANTITÉ ASSIMILÉE.		MATIÈRE FÉCALE sèche.	PROPORTION pour 100 de la substance sèche en matière fécale.
	Azote.	Carbone.	Fraîche.	Sèche.		
Mélange	»	»	»	615	34	5,5
Viande	538	2620	2150	518	17	3,3
Œufs	905	2231	948	247	13	5,2
Lait	2905	4652	2438	224	25	11,1
Riz	1868	896	638	576	27	3,9
Maïs	989	801	750	645	49	6,6
Pain noir	1430	1346	800	457	51	11,5
Pain blanc	1524	1231	736	439	25	5,6
Pommes de terre	4575	3124	3013	819	92	9,3

La question de race et d'éducation est assurément fort importante en ceci; toutefois, les *végétariens* absolus sont assez rares parmi les hommes, et leurs aptitudes à la production matérielle ou intellectuelle ne sont point à envier. Ainsi les Indiens mangeurs de riz, les Irlandais mangeurs de pommes de terre, cités par Isid. Geoffroy-Saint-Hilaire. On dirait que les peuples à régime végétal sont faits pour être conquis, comme les vastes familles herbivores, dans le règne animal, ont l'air d'être destinées à faire la nourriture des carnassiers. Les végétariens sont obligés à des repas longs et répétés; ils ont la sensation de faim quand le volume manque, alors même que le repas a été plus substantiel que d'habitude. Il n'est pas impossible que la digestion lente et laborieuse des aliments amylacés et à cellulose ne soit une des raisons qui portent certains groupes populaires à rechercher la stimulation de l'alcool, qui, dans le cas actuel, est toute locale et pour ainsi dire mécanique.

Gubler, remarquant que les parties vertes des plantes ont le privilège de retenir dans leur tissu les substances minérales en dissolution dans la sève ascendante, soupçonnait l'usage exclusif ou seulement prédominant des légumes herbacés d'être une cause importante de la *dégénérescence crétacée des artères*. Cette altération, plus fréquente dans les pays à sol calcaire, comme l'Orléanais, que sur les sols granitiques (Auvergne), serait commune chez les légumistes de profession et, en particulier, dans les ordres religieux, comme les trappistes (Raymond), qui se rattachent à cette secte en raison de principes extra-humains.

Cette infériorité alimentaire se rencontre surtout dans les légumes herbacés; mais l'on peut bien rapprocher de ceux-ci la pomme de terre (il n'en faut pas moins de 4 à 5 kilogrammes à un Irlandais).

Le régime animal exclusif a, au moins, l'inconvénient d'être coûteux. Forster l'accuse de produire des troubles intestinaux ; ce que l'on conçoit, lorsque la viande constitue à elle seule ce régime. En somme, il est assez rare, sauf chez quelques tribus de chasseurs à qui il importe de faire des repas rapides et rares, comme les grands carnassiers, et d'avoir une alimentation qui ne développe point le ventre ni la surcharge graisseuse.

Le régime le meilleur est celui qui compense les inconvénients des végétaux par les avantages du régime à la viande et inversement. Les gens riches ont soin de manger des salades avec le rôti, des fruits, etc.

Des détenus *condamnés*, à Munich, observés par Schuster, recevant 104 grammes d'albumine dans un régime entièrement végétal, n'en utilisent

que 78 grammes. Au contraire, les détenus *en prévention*, qui n'en reçoivent que 84 grammes, mais en viande, lait, légumes et pain, en utilisent 76 grammes.

IV. Ration alimentaire.

1° **Ration journalière.** — Le but de l'introduction des aliments, comme nous l'avons dit, est moins de restituer les pertes que de *constituer et d'entretenir dans l'économie une provision de principes alimentaires* où les cellules puisent ce qui leur convient (Forster).

Dans le calcul du taux alimentaire journalier, on néglige habituellement les matières incombustibles ; nous avons dit pourquoi. Pour l'établir en ce qui concerne les substances combustibles, on a eu tort de se baser sur la quantité journalière des pertes en azote et en carbone, quantité qu'il est facile d'élever — inutilement d'ailleurs — par la richesse de l'apport. Forster fait remarquer que, sans savoir de chimie ni de physiologie, le genre humain s'est maintenu et multiplié jusqu'ici. Donc il se nourrissait suffisamment. A vrai dire, l'espèce a une grande flexibilité digestive et, en outre, les besoins individuels ne se ressemblent pas. Mais l'on peut faire une série de types de rations journalières en évaluant, par tête et par jour, ce que consomment des groupes distincts et d'une certaine homogénéité. C'est la méthode qu'ont suivi Edw. Smith et Playfair. Elle leur a donné les résultats suivants :

Constitution de la ration journalière (E. Smith et Playfair).

DEGRÉ THÉORIQUE.	ALBUMINE.	GRAISSE.	HYDROCARBONÉS.	GROUPES RÉELS.
	gr.	gr.	gr.	
Ration d'entretien......	66	25	330	Convalescents à l'hôpital d'Edimbourg. — Les affamés du Lancashire pendant la disette cotonnière.
Travail modéré.........	120	40	530	Les armées européennes en paix.
— moyen.........	153	68	508	Les armées en campagne.
— fort............	160	66	580	Travailleurs militaires à Chatam.
— intense.........	184	71	570	Matelots anglais, ouvriers de chemins de fer, laboureurs, forgerons.

Joignons-y quelques autres chiffres, à titre de comparaison :

GROUPES.	ALBUMINE.	GRAISSE.	HYDROCARBONÉS	AUTEURS.
	gr.	gr.	gr.	
Des pauvres..................	64	25	366	Böhm, Meinert.
Brasseurs de Munich..........	160 à 170	70	600	Liebig.
Ouvrier irlandais............	130	25	1330	E. Smith.
— lombard............	180	»	1000	Payen.
— saxon..............	140	»	1200	Lippe.
Chiffonnier de Paris.........	142	»	1000	Leplay.
Agriculteur du Morvan........	148	»	1000	Id.
— lorrain...........	130	100	601	Arnould.

La plupart des rations de ce dernier tableau renferment trop d'hydrocarbonés.

Sauf cela, elles sont intéressantes à étudier et prouvent que l'homme s'adapte instinctivement aux ressources du milieu et choisit, sans savoir, les éléments combustibles qui lui assurent le rendement en travail.

De Gasparin accorde pour :

	Azote.	Carbone.
	gr.	gr.
La ration d'entretien	12,51	264
— de travail	12,50	45
Donc, en état de travail	25,01	309

Letheby exige :

	Azote.	Carbone.
	gr.	gr.
Dans l'état de désœuvrement	12,1	249,7
— de travail ordinaire	20,7	373,0
— de travail intense	26,9	378,2

Voit et Pettenkofer, observant un ouvrier robuste, ont constaté qu'il consommait :

	Albumine.	Graisse.	Hydrocarbonés.	Carbone.
Au repos	137	72	352	283
En travail	137	173	352	356

Forster a déterminé des moyennes de ration journalière par une méthode, sinon bien exacte, au moins assez sûre, en choisissant des individus dans des conditions bien déterminées, qui ne changeaient rien à leurs habitudes pendant le temps de l'observation, et dont il pesait et analysait les aliments. Voici quelques-uns de ces résultats :

INDIVIDUS.	POIDS du corps.	POIDS des aliments frais.	POIDS sec.	ALBUMINE.	GRAISSE.	HYDRO-CARBONÉS.
	kil.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Médecin, 28 à 30 ans	70	3500	570	130	95	325
Ouvrier, 36 à 38 ans	70	3600	700	132	90	450
Adulte peu occupé	62	»	»	90	80	285
Femme d'ouvrier, 30 ans	»	1900	460	76	23	340
Femme de la classe aisée	50	»	»	70	100	190
Nourrice, 25 ans	55	7500	1060	250	220	530

Il peut exister des oscillations dans les moyennes, soit en plus, soit en moins, sans qu'il en résulte aucun inconvénient, pourvu que la provision de l'organisme reste à un taux favorable et que les écarts se compensent d'eux-mêmes. Ces oscillations sont même avantageuses, si elles favorisent la variété dans le régime, et il est clair qu'il en est très habituellement ainsi, puisque la ration n'est pesée que dans les groupes légalement constitués et administrés. Il est bon, par conséquent, d'encourager le « rôti du dimanche » chez les classes laborieuses (Hofmann) et, en guerre, de donner aux troupes qui ont mal mangé pendant deux ou trois jours un repas très riche (en albumine), le quatrième jour.

2° **Distribution des repas.** — L'homme bien portant peut digérer en

deux heures toute sa nourriture d'un jour. Mais il est plus avantageux de la fractionner en plusieurs repas, afin d'éviter la tension gastrique et de donner plus souvent satisfaction à l'activité digestive chez les enfants, les femmes qui nourrissent, les ouvriers en travail intense. Il est bon de ne pas faire les premiers repas les plus copieux, puisque la générosité de l'apport d'albumine excite la consommation de ce principe. D'ailleurs, le matin, le sommeil a ralenti les oxydations. De même, comme il va les ralentir pendant la nuit, il est bon de manger peu au repas du soir.

Dans nos habitudes, les gens qui travaillent font trois repas par jour, un le matin, un second à midi, un troisième le soir. A la campagne, dans les grandes journées d'été, les paysans, dont le régime, d'ailleurs, à cette époque, est très chargé de végétaux, font un quatrième repas vers 4 ou 5 heures du soir. Les soldats ne font que deux repas, à 9 ou 10 heures du matin et à 4 ou 5 heures du soir; on est arrivé, toutefois, à introduire dans les habitudes militaires un petit repas du matin, au café et au pain, ou avec une soupe maigre. Le principal repas doit toujours être dans le milieu de la journée : Edw. Smith propose de distribuer de la façon suivante la consommation relative, à chaque repas :

	Carbone p. 100.	Azote p. 100.
Déjeuner	35	35
Dîner	40	45
Souper	25	20

Selon Voit, un dîner d'ouvrier devrait fournir 59 grammes d'albumine, 34 de graisse et 160 d'hydrocarbonés, l'albumine et une partie de la graisse étant représentés par 190 grammes de viande avec sa graisse.

3° **Équilibre des principes alimentaires.** — Les *principes azotés*, en pratique, ne sont pris exclusivement ni aux végétaux ni aux substances animales. Les Indiens, que l'on dit vivre de riz, mangent encore du poisson, des œufs, des oiseaux et même de la *viande* proprement dite.

Un médecin mange	385	grammes	de viande,	représentant	77	gr. d'albumine.
—	190	—	de pain,	—	20	—
Un ouvrier mange	185	—	de viande,	—	37	—
—	400	—	de pain,	—	41	—

C'est-à-dire que le médecin, consommant d'ailleurs plus d'albumine, en prend quatre fois plus à la viande qu'au pain, tandis que l'ouvrier en emprunte plus à celui-ci qu'à la viande. Le lait renferme 30 grammes d'albumine par litre, le quart de celle qui est nécessaire à un adulte. Voit estime que 35 p. 100 de l'albumine nécessaire doivent être pris à la viande; il en faut pour cet office, 190 grammes par jour.

Pour les *principes non azotés*, la graisse et les hydrocarbonés peuvent se suppléer dans de certaines limites. Mais les hydrocarbonés entraînent toujours une alimentation volumineuse, il faut en restreindre l'usage et faire toujours une part à la graisse; 56 grammes de graisse pour 500 d'hydrocarbonés par jour, selon Voit, ou encore dans la proportion générale de 3, 4

(adulte dans l'aisance) à 5 (ouvrier adulte) d'hydrocarbonés contre 1 de graisse, d'après Forster.

Une proportion élevée de graisse est préférable pour l'homme qui travaille. Dans les pays chauds, il est avantageux de la remplacer assez largement par les hydrocarbonés, qui font moins de chaleur (100 de graisse donnent 9070 calories; 175 d'hydrocarbonés n'en fournissent que 5860). Pourtant les Arabes d'Algérie adorent l'huile d'olives. Peut-être que les Esquimaux, les Samoïèdes, sont encore plus avides de corps gras.

La ration du soldat français ne prévoit pas de graisse, en dehors de celle que la viande peut naturellement porter. C'est une lacune que Schindler propose, légitimement, de combler par 47 gr. 50 de graisse (saindoux, lard) qui s'ajouteront aux 7 à 8 grammes de hasard de la ration de viande.

Le tableau ci-après, de Voit, montre que l'on ne saurait demander tout l'azote ni tout le carbone à la même substance, ou qu'il n'y a pas de substance alimentaire qui soit vraiment un aliment. Il faut :

Pour 118 grammes d'albumine.	gr.	Pour 328 grammes de carbone.	gr.
Fromage	272	Maïs	801
Pois	520	Farine de froment	824
Viande maigre	538	Riz	895
Farine de froment	796	Pois	919
Œufs (18)	905	Fromage	1,160
Maïs	989	Pain noir	1,346
Pain noir	1,430	Œufs (43)	2,231
Riz	1,868	Viande maigre	2,620
Lait	2,905	Pommes de terre	3,124
Pommes de terre	4,575	Lait	4,652
Choux	7,625	Choux	9,318
Navets	8,714	Navets	10,650
Bière	∞	Bière	13,160

Le foin, dit Voit, renferme aussi de l'albumine et du carbone sans, pour cela, pouvoir être un aliment pour notre espèce. C'est en allant contre ces principes que l'ouvrier lombard mange 3^{kil},500 de maïs, l'Irlandais 5 à 6 kilogrammes de pommes de terre, les Indiens des quantités formidables de riz, sans atteindre à la force physique ni morale.

Liebig parle de bûcherons, dont le régime composé de pain, de farine, de graisse, peut-être aussi de lait et de fromage, comporte :

	Albumine.	Graisse.	Hydro-carbonés.
1°	112	309	691
2°	135	208	876

Dans une terre appartenant au professeur Ranke, les valets de ferme reçoivent, de temps immémorial, en farine et graisse : albumine 143, graisse 108, hydrocarbonés 788.

Les enfants, étant soumis à l'accroissement, ont besoin d'une prédominance d'albumine dans leur régime; dans le lait de la femme, le rapport des matériaux azotés aux non azotés est en effet de 1 à 2,7. Mais cette nécessité d'un excès d'albuminoïdes ne se maintient pas dans la seconde enfance. Si, d'un côté, l'enfant a besoin de fixer de la fibre, de l'autre l'ouvrier adulte détruit par usure une plus large proportion de substance musculaire. Le rapport des matériaux azotés aux non azotés étant de 1 à 3,5 chez l'ouvrier au repos, de 1 à 4,7, chez l'ouvrier en travail

il sera de 1 à 3,9 chez l'enfant de 10 à 15 ans. Voit conseille de distribuer comme ci-dessous les éléments du régime de cette catégorie d'individus :

Enfants de 6 à 15 ans (Voit).

Albumine.	Graisse.	Hydrocarbonés.	
79	36	251	Rapport des azotés aux non azotés...... $\frac{1}{3,9}$

En se basant, non sur l'observation directe, mais sur des calculs ingénieux Hervé-Mangon trouve que la ration alimentaire moyenne et journalière, en France, *par kilogramme* d'adulte, contient 5^{gr},1797 de carbone et 0^{gr},280 d'azote. Pour Paris et les villes au-dessus de cent mille âmes, ces chiffres deviennent respectivement 5^{gr},675 de carbone et 0^{gr},332 d'azote. Enfin, pour la population des campagnes, la ration renferme : carbone 5^{gr},808 et azote 0^{gr},275. D'où, pour un adulte du poids de 65 kilogrammes :

	Carbone.	Azote.
Citadins..................................	368,77	21,58
Ruraux.,..................................	377,52	17,87

Il sera question de la *sapidité* des aliments et de la *variété* des repas, à l'article CONDIMENTS.

V. Les matières alimentaires en particulier.

Puisque les principes alimentaires minéraux se trouvent dans les substances animales et végétales, nous ne nous occuperons que de celles-ci et dans l'ordre qui vient d'être énoncé.

A. SUBSTANCES D'ORIGINE ANIMALE.

La viande. — C'est, à proprement parler, la chair musculaire des mammifères, des oiseaux, des poissons. Mais, en économie domestique et en hygiène, on donne le nom de viande à un ensemble comprenant, avec la chair musculaire, les os, le tissu cellulaire, la graisse, les tendons. On range même sous ce titre les viscères et les parenchymes, poumons, foie, reins, cerveau ; tandis que le vulgaire fait, bien à tort, une opposition entre la viande et le poisson. L'Église entretient cette histoire naturelle bizarre.

La viande, dans les conditions que nous dirons, est un très riche aliment. On peut même dire qu'il marche au premier rang parmi tous les autres, encore que l'on ne puisse conclure de là à la nécessité absolue de son intervention prédominante dans le régime de tous les hommes. En effet, la consommation de viande est en réalité minime dans toutes les contrées de l'Europe, c'est-à-dire dans la région de la terre où l'on travaille surtout et où l'on produit ; elle l'est particulièrement, même, dans les classes à qui incombe le poids de l'exécution matérielle des œuvres prodigieuses de notre époque. Cette circonstance compromet l'explication qu'on a donnée de l'anthropophagie chez quelques Kanaques océaniens, par besoin de manger quelquefois de la viande ; on s'explique que des hommes mangent de l'homme quand ils n'ont *rien* à manger, mais non autrement. Il y a, chez les Kabyles de l'Algérie, une fête dans laquelle les chefs du village tuent des

bœufs et des moutons qu'ils offrent aux pauvres, afin que ceux-ci aient mangé de la viande au moins une fois dans l'année. Cette coutume a peut-être pour origine cette idée de la nécessité impérieuse de la viande pour l'homme; seulement, elle n'atteint guère son but; les convives surchargent leur estomac de cet aliment dont ils n'ont pas l'habitude, et la plupart n'obtiennent que des indigestions.

En considérant les villes en particulier, nous relevons les chiffres suivants de consommation de viande par habitant et par an :

France (1883).

	kil.		kil.
Paris	78	Lyon	70
Marseille	64	Rouen	64
Dijon	74	Reims	51
Toulouse	58	Roubaix	50
Bordeaux	79	Tourcoing	61
Saint-Étienne	54	Le Havre	53
Nantes	46	Versailles	84
Nancy	63	Melun	86
Lille	51		

Les chiffres correspondants étaient : à Berlin (1883), 63 kilogrammes; à Munich (1859-1870), 83^{kil},2; à Vienne (1870), 67^{kil},8; New-York (1865), 82^{kil},5; Dresde (1873), 74 kilogrammes; Londres, 108 kilogrammes.

Malheureusement, la consommation est bien inférieure chez les populations rurales. Bouley et Nocard estiment qu'en France, elle n'est pas au-dessus de 15 kilogrammes par tête et par an dans cette catégorie de la population.

Les choses paraissent être moins favorables encore en Italie. A peine un quart des communes de la Lombardie et un dixième des provinces napolitaines du sud comptent réellement dans la consommation de viande. Le professeur Lombroso évalue la consommation annuelle de quelques districts ruraux du comté de Lucques à un chiffre variant entre 1^{kil},2 et 8^{kil},4 par tête.

Selon Couty, les *Saladeiros* du Brésil, les *Gauchos* et même les colons de la république Argentine, mangent au contraire plusieurs kilogrammes de viande par jour.

Les viandes utilisées par l'homme sont, par ordre d'importance, celles des bêtes bovines, ovines, porcines, la volaille (gallinacés et palmipèdes), le gibier (mammifères et oiseaux), le cheval, la chair d'une infinité de poissons, de quelques batraciens, de nombreux crustacés et mollusques. Il est peu utile de joindre à cette momenclature les *viandes de hasard*, chats, chiens, rats, reptiles, etc., consommées dans des cas imprévus ou de pressante nécessité. La constitution de ces viandes ne varie pas notablement au point de vue chimique; ce sont d'autres qualités qui en différencient la valeur hygiénique.

La *viande vendable*, os compris, va de 53 à 60 p. 100 chez un bœuf en bon état, de 55 à 65 chez un bœuf gras, de 60 à 70 chez un bœuf très gras. Le porc gras en donne 80 à 85 p. 100. Les os et la graisse forment 17 p. 100 de la viande proprement dite. Les premiers sont plus importants chez l'animal jeune et maigre. Un bœuf gras peut avoir le tiers de son poids de graisse; un cochon la moitié (Lawes et Gilbert). La graisse est en raison inverse de l'eau. La proportion de chair musculaire est plus élevée chez l'animal maigre.

Viande de bœuf, d'après Siegert.

CONSTITUTION.	ANIMAL MAIGRE.			ANIMAL GRAS.		
	COU.	REINS.	ÉPAULE.	COU.	REINS.	ÉPAULE.
Eau	77,5	77,4	76,5	73,5	63,4	50,5
Graisse	0,9	1,1	1,3	5,8	16,7	34,0
Substance musculaire	20,4	20,3	19,5	19,5	18,8	14,5

La graisse envahit quelquefois le tissu cellulaire entre les faisceaux musculaires. Chez le bœuf, on dit que c'est excellent et, chez l'anguille, on assure que c'est indigeste. Les jeunes animaux fournissent plus de gélatine, d'ailleurs vraiment nutritive avec l'albumine.

Quelques animaux sont mangés vivants, comme les écrevisses ; d'autres, peu après leur mort (volailles, gibier) ; la viande de bœuf n'est utilisée qu'après avoir perdu la rigidité *post mortem*, parce que *fraîche* elle est douceâtre et coriace. Les acides qui s'y forment après l'abatage la ramollissent. Il y a probablement là une fermentation, un commencement de putréfaction. On recherche cette décomposition à un degré accentué dans certains gibiers, que l'on consomme *faisandés*.

Le tableau ci-après (Roth et Lex) indique la richesse moyenne p. 100 en albuminoïdes, substances gélatinisables, graisse et eau, des viandes les plus usitées.

<table>
<tr><th>VIANDES.</th><th>ALBUMINOÏDES.</th><th>SUBSTANCES GÉLATINISABLES.</th><th>GRAISSE.</th><th>EAU.</th><th>AUTEURS.</th></tr>
<tr><td>Bœuf</td><td>17,6 à 20,3</td><td>0,6 à 1,9</td><td>1,5 à 2,3</td><td>70 à 80</td><td>Lehmann.</td></tr>
<tr><td>—</td><td colspan="2">19,7</td><td>»</td><td>77,5</td><td>Schlossberger.</td></tr>
<tr><td>—</td><td colspan="2">20,8 à 21,7</td><td>0,8 à 3,4</td><td>75,2 à 78.2</td><td>Petersen.</td></tr>
<tr><td>—</td><td colspan="2">19,2 à 22,7</td><td>»</td><td>71,5 à 78,5</td><td>Huppert.</td></tr>
<tr><td>Veau</td><td>16,2</td><td>4,4</td><td>2,4</td><td>78</td><td>v. Bibra.</td></tr>
<tr><td>—</td><td colspan="2">18,2 à 18,8</td><td>»</td><td>78.2 à 79,7</td><td>Schlossberger.</td></tr>
<tr><td>—</td><td colspan="2">20,1 à 21,5</td><td>0,9</td><td>77,8 à 79,3</td><td>Petersen.</td></tr>
<tr><td>Porc</td><td colspan="2">19,2</td><td>»</td><td>78,3</td><td>Schlossberger.</td></tr>
<tr><td>—</td><td colspan="2">20,1 à 21,7</td><td>3.7 à 6.5</td><td>71,9 à 76,1</td><td>Petersen.</td></tr>
<tr><td>Mouton</td><td colspan="2">19,5 à 20,8</td><td>2.6 à 3</td><td>76,2 à 77</td><td>Petersen.</td></tr>
<tr><td>Cheval</td><td colspan="2">21,3 à 23,5</td><td>0,8 à 2</td><td>73,2 à 76</td><td>Petersen.</td></tr>
<tr><td>Poisson</td><td>13,7</td><td>4,4</td><td>4,6</td><td>74,1</td><td rowspan="2">Moleschott.</td></tr>
<tr><td>Oiseaux</td><td>20,3</td><td>1,4</td><td>1,9</td><td>73</td></tr>
</table>

Caractères des viandes saines. — Nous envisageons essentiellement les viandes de boucherie.

Parmi les viandes saines, il en est de très bonnes et il en est de médiocres, qui néanmoins peuvent encore servir à l'alimentation.

La véritable expertise est l'examen de la *viande sur pied*. Rien n'est plus facile alors, avec une expérience même limitée, que de reconnaître l'espèce, le sexe, l'âge à peu près, et la santé de l'animal destiné à être abattu ; il va

sans dire qu'en pareille occurrence il n'y a pas de difficulté pour un vétérinaire. Aussi, le propriétaire d'un animal sain n'a-t-il aucune hésitation à le faire passer par l'abattoir; d'où, *à priori*, un motif de se défier de la viande qui est entrée en ville par quartiers ou en morceaux, lorsqu'il y a un abattoir dans la ville ; c'est le procédé qu'emploient les paysans des environs de Paris, lorsqu'ils se sont vus obligés de faire tuer chez eux un bœuf atteint de météorisme, une vache qui vient de vêler, et les propriétaires de la Beauce, décidés à tirer bon parti, quand même, de leurs moutons charbonneux.

Malheureusement, en France surtout, les abattoirs sont encore rares ; il n'y en a pas un par arrondissement. Voici donc quelques caractères généraux des animaux en santé.

Les ruminants (c'est presque toujours d'eux qu'il s'agit) qui se portent bien, ont l'œil doux, les oreilles et les cornes chaudes, les naseaux humides, le poil brillant et net, sans croûtes ni pustules ; on ne leur trouve pas d'engorgement ganglionnaire ; leur respiration est sans fréquence, leurs selles sont molles sans fluidité ; ils n'ont pas de soif immodérée, mangent avec appétit et, au repos, ruminent.

L'expertise de la viande en quartiers, ou surtout en morceaux, est beaucoup plus délicate.

La *couleur* de la viande de bonne qualité est *rouge* chez le bœuf et le mouton, blanche chez le porc, le veau, l'agneau, le chevreau. Les viandes de veau, d'agneau, de chevreau sont *molles ;* celles de bœuf, de porc, de mouton, sont *fermes*. Le froid sec renforce cette fermeté, l'humidité la diminue ; la viande est naturellement plus ferme après *ressuage*, le lendemain de l'abatage que le jour même ; après cuisson, c'est le contraire qui se produit, la viande du jour résiste à la dent et celle de vingt-quatre ou trente-six heures est tendre.

La viande de bonne qualité se coupe facilement et, à la surface d'une section perpendiculaire aux fibres, on aperçoit comme une fine mosaïque de petits polygones dont chacun est la coupe d'un faisceau musculaire. On dit qu'elle a le *grain fin* et *serré*.

Par la pression, la bonne viande donne un jus rouge, légèrement acide. L'*odeur* de cette viande est *douce* et *fraîche*.

Il faut qu'on n'aperçoive, dans l'épaisseur du morceau, ni ecchymoses ni infiltrations sanguines ou séreuses. En revanche, la graisse, d'ailleurs déposée en amas sur les points où elle a l'habitude de s'accumuler, doit pénétrer les interstices des faisceaux musculaires et donner à la coupe du morceau l'aspect dit *marbré* ou *persillé*.

La *graisse de couverture* doit être ferme, blanche ou légèrement jaunâtre. Il y en a une épaisse couche sous la peau autour des reins.

La *plèvre* et le *péritoine* doivent être intacts, lisses, transparents (viande en quartiers) ; quand ils sont arrachés, c'est que le boucher a eu l'intention de faire disparaître les traces d'un état maladif.

La *moelle* des os longs doit être ferme, solide, blanche ou jaune-beurre frais, très légèrement rosée ; la moelle des os courts est rosée et se fige très

rapidement (Bouley et Nocard). Les surfaces articulaires des os, chez les animaux jeunes, ont la teinte plombée.

Selon que la viande remplit plus ou moins complètement ces conditions, elle est de première, de deuxième, de troisième *qualité* (Ne pas confondre la qualité avec la *catégorie*, dont il sera question tout à l'heure).

La bonne qualité se rencontre chez les espèces et dans les conditions suivantes :

1° *Le bœuf*. — Les mâles, châtrés dans leur jeune âge et n'ayant pas plus de 4 à 8 ans, systématiquement engraissés, fournissent la viande de qualité supérieure. La vache jeune (au-dessous de 5 ans), engraissée au préalable, donne une viande tendre, encore très estimable. On condamne peut-être trop sommairement le taureau; Delporte-Bayart (de Roubaix) fait remarquer que, dans les pièces de gibier, on recherche plutôt le mâle des animaux pour la table et qu'il n'y a pas de raison absolue qui déprécie la chair du taureau; seulement un taureau sert habituellement à la reproduction à tout un troupeau de vaches et, le jour où un pareil animal est livré au boucher, il est clair que l'on n'a plus qu'une bête déjà vieille et surmenée par la répétition de la saillie; c'est aussi mauvais, mais pas plus, qu'une vache épuisée par la lactation. Des taureaux jeunes, ayant peu ou point sailli, donneraient certainement une viande louable; on en consomme beaucoup à Lille.

On doit rechercher, en boucherie, le bœuf du poids de 250 kilogr., la vache du poids de 150 kilogr., ou approchant. En France, les espèces estimées sont celles de Normandie, du Charolais, du Limousin, de l'Auvergne, du Nivernais, de la Saintonge.

2° *Le veau*. — Le meilleur est le veau de lait de six semaines; mais il est rare, si même il en existe encore. Ou bien les paysans, pour bénéficier plus tôt du lait de la mère, vendent le veau à quinze jours ou trois semaines; ou bien ils le sèvrent de bonne heure, l'alimentent de farines à bon marché, de tourteaux, d'herbes vertes, et le vendent à 3 ou 4 mois, énorme, n'ayant plus rien du veau et n'étant pas encore bœuf. Cette chair intermédiaire, non insalubre, est une des moins appétissantes qu'on connaisse.

3° *Le mouton*. — La viande de mouton possède toutes ses qualités chez un animal châtré à six mois et âgé de 2 à 3 ans, qui a pâturé à loisir sur des terrains secs, à végétation de bonne nature. Les moutons du Berry, de Bourgogne, des Ardennes, jouissent d'une réputation méritée. On peut appliquer à la viande de brebis et à celle de bélier ce qui a été dit de la vache et du taureau.

4° *Le porc*. — La qualité de la viande de porc châtré, mâle ou femelle, dépend beaucoup de la nourriture à laquelle on a soumis cet animal, dont le goût à cet égard est si complaisant. Le meilleur est celui qui a été nourri de grain ou même de pommes de terre, pourvu que l'on ait soin de le mettre au régime du lait dans les derniers jours de sa vie. Alors sa viande est blanche, parfumée, d'une digestion facile; le lard est ferme, à grain fin, d'une blancheur de neige. La chair du porc se prête mieux que toute autre à la conservation par salaison et fumaison; dans cet état, la plupart des hygiénistes la déclarent indigeste. C'est une habitude prise; il suffit d'y regarder pour reconnaître que le jambon est parfaitement accepté dans toutes les classes de la société et, en pratique, bien accueilli des hygiénistes eux-mêmes. Nous ne savons, d'ailleurs, aucun gré à Moïse ni à Mahomet de nous avoir mis en garde contre une viande capable de transmettre à l'homme le ver solitaire et la trichine (que les législateurs théocratiques ne soupçonnaient pas); à ce compte, le bœuf est tout aussi dangereux, puisqu'il est susceptible de cysticerques, de tubercule, de charbon. A quelle viande oserait-on toucher, si l'on condam-

nait en bloc toute espèce apte à contracter une maladie transmissible à l'homme?

Comme exemple de viande de *deuxième qualité*, nous pouvons inscrire celle des bœufs de 8 à 10 ans, enlevés au travail, durs à l'engrais; celle des vaches âgées. Le vieux taureau ayant fait la monte, la vieille vache épuisée par la lactation, sont les types de viandes de *troisième qualité*.

A prix égal, la viande de qualité inférieure revient plus cher que celle de première qualité, parce qu'elle est peu nutritive sous un gros volume. On a donc raison de dire qu'il vaut mieux acheter la *troisième catégorie* d'une viande de première qualité que la première catégorie d'une viande de troisième qualité. La comparaison suivante, empruntée par Baillet à une analyse faite à la station agricole de Schleend (Bohême) fera ressortir cette sorte d'axiome :

	Bœuf gras.	Bœuf maigre.
Eau	390	597
Chair musculaire	356	308
Graisse	239	81
Matières extractives	15	14

Notons que ce sont les meilleurs morceaux qui, dans le second cas, perdent le plus en musculine et en graisse. Si l'on ajoute à ce fait brut la moindre sapidité de la *viande maigre*, sa digestibilité équivoque, les chances de perte en substance non attaquée par l'estomac, on comprend que l'on ait pu se demander s'il n'y aurait pas lieu de proscrire absolument la viande très maigre de la consommation. Nocard et Bouley, en considération de la pénurie profonde et générale de viande, ne veulent pas résoudre cette question par l'affirmative; ils estiment qu'il y aurait lieu de créer pour elle une quatrième catégorie, qui ne serait pas admise dans les boucheries ordinaires, mais que l'on tolérerait dans des étaux de basse boucherie avec une étiquette obligatoire indiquant la qualité réelle de la marchandise.

Catégories. — La catégorie correspond à la valeur des morceaux selon la place qu'ils occupent dans un même animal, d'ailleurs bon ou mauvais. A Londres, on fait quatre catégories; à Paris, trois.

« Dans la *première catégorie* sont rangés les muscles des régions fessière, ischio-tibiale, sus et sous-lombaires, sous les noms de *culotte*, *tranche*, *tranche grasse*, *gîte à la noix*, *aloyau*, *filet;* ce sont les muscles les plus épais, les mieux infiltrés de graisse, les plus pauvres en intersections tendineuses; ils représentent environ 30 p. 100 du poids net de l'animal. »

« La *deuxième catégorie* comprend les muscles de l'épaule et de la région costale, c'est-à-dire le *paleron*, le *talon de collier*, le *train de côtes*, la *bavette d'aloyau;* elle représente à peu près 25 p. 100 du poids net. »

« Enfin, dans la *troisième catégorie* sont rangés les muscles du cou et de la tête, les muscles abdominaux, la partie inférieure des membres et de la queue, sous les noms de *collier*, *plat de joues* ou *de côtes*, *gîte de devant* ou *de derrière*, constituant environ 40 p. 100 du poids net » (Bouley et Nocard). La figure 215 aidera à l'intelligence de cette répartition.

Viandes douteuses, nuisibles, virulentes. — La division que ce titre implique correspond assez exactement aux trois classes établies par Wiel et Gnehm, dans un ordre inverse : 1° animaux impropres à la boucherie et qu'il faut enfouir immédiatement ; 2° animaux impropres à la consomma-

tion, mais qui peuvent servir à des usages industriels ; 3° animaux malades, mais dont la chair peut encore être admise dans l'alimentation.

1° VIANDES DOUTEUSES. — Les viandes maigres pourraient peut-être rentrer dans cette catégorie, en faire le degré le moins accentué. Puis viennent les viandes de veaux mort-nés, ou même à terme et nés vivants, mais qui n'ont pas plus de quelques jours d'âge ; la chair des animaux *surmenés*, ne fût-ce que par la marche prolongée, comme sont souvent les bœufs qui suivent les troupes en campagne ; celle des animaux malades, mais seulement de maladies banales, *météorisation*, *indigestion*, *apoplexie*, *paraplégie*, *asphyxie*, *hydropisie*, *affections inflammatoires* locales ou générales, simples, (*viandes fiévreuses*). Presque tous les vétérinaires (Gerlach, Bouley et No-

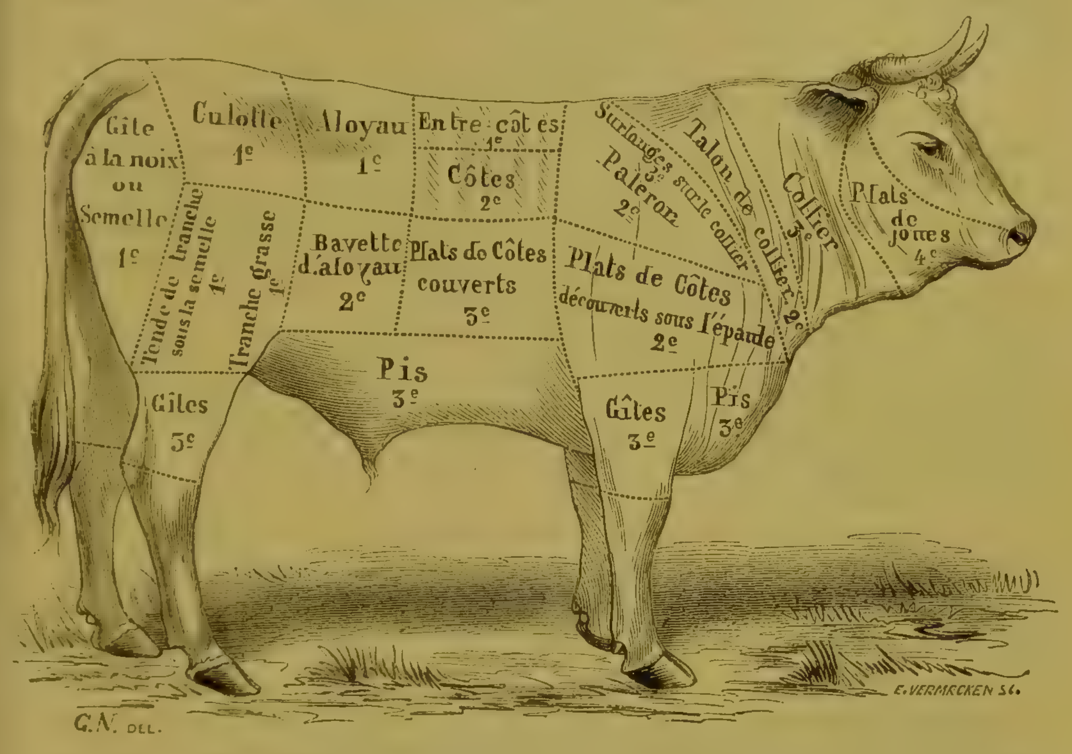


Fig. 215. — *Débit détaillé du bœuf au point de vue de la boucherie.* (Les numéros indiquent les différentes catégories de viande.)

card, Loiset) y joignent le *typhus des bêtes bovines* et la *péripneumonie contagieuse*. En 1815 et en 1870, en France, on a consommé beaucoup de bœufs atteints de la peste bovine, sans qu'il en soit résulté chez l'homme d'accidents spécifiques ; seulement, le colportage de ces viandes a été souvent l'instrument de la contagion dans des étables non infectées jusque-là. Loiset a constaté qu'à Lille, en dix-neuf ans, plus de 18,000 vaches péripneumoniques avaient été livrées à la consommation sans aucune conséquence fâcheuse : on sait, d'ailleurs, que le liquide inoculable est uniquement contenu dans le poumon, qu'il est facile de rejeter. Enfin Wiel et Gnehm rangent dans cette classe les viandes infectées de parasites non transmissibles à l'homme et même les viandes à cysticerques, parce que cette lésion est facilement reconnaissable, qu'on peut aisément tuer le para-

site par la cuisson, et qu'enfin le ténia est un accident insignifiant, comparé à la trichinose.

Dans la plupart des cas qui viennent d'être indiqués, l'expertise ne donne de résultats certains qu'autant qu'on l'a faite avant l'abatage; sur des morceaux détachés, on peut tout au plus constater que la viande est défectueuse, mais rarement préciser quelle est la circonstance ou la maladie qui l'a rendue telle.

Ces viandes, cependant, ont le plus souvent des caractères suspects. Elles sont *saigneuses* et de *coloration brune* ou même noire, parce que l'animal a été égorgé tardivement ou seulement saigné après la mort et que, d'ailleurs, toutes les maladies asphyxiques occasionnent la coloration noire des parties irriguées par le sang. Mais l'exposition à l'air ramène la couleur rouge chez les viandes asphyxiques (sauf quand elles sont de provenance charbonneuse) et, au besoin, les bouchers les teignent du sang d'un animal sain. Toutefois, la viande mal saignée tache fortement la main, laisse écouler du sang par la pression et a une odeur acide; on peut quelquefois y voir du sang coagulé dans les interstices cellulaires, retrouver des caillots dans le canal des vaisseaux. Elles sont disposées à se putréfier rapidement.

Celles qui proviennent d'animaux atteints de maladies fébriles, de cachexie aqueuse, sont molles, infiltrées, *gluantes*.

Presque toutes sont en outre des viandes maigres.

Dans l'ensemble, on ne peut dire que l'usage de pareilles viandes puisse causer des maladies déterminées, ni même provoquer une maladie quelconque si la consommation en est accidentelle. Mais c'est, à coup sûr, un très médiocre aliment, une nourriture illusoire que les pauvres gens payent toujours trop cher et dont la répétition fatigue les voies digestives en leur offrant à élaborer une matière indigeste, difficilement assimilable en totalité, peut-être irritante. Il est clair qu'on les déconseillera formellement à quiconque veut rester en possession des meilleures chances de santé, pourvu qu'il soit possible de trouver mieux. Pour l'hygiène publique, Bouley et Nocard réclament des prescriptions qui interdisent formellement le colportage et l'exposition en vente des viandes *saigneuses* ou *fiévreuses*, de la provenance qui vient d'être indiquée.

2° Viandes nuisibles. — Nous rangeons dans cette catégorie : les viandes *putréfiées;* la chair des animaux morts spontanément (de n'importe quelle maladie); les viandes pénétrées de substances toxiques; les viandes envahies par des parasites transmissibles à l'homme.

Viandes putréfiées. — Les viandes bien saignées et d'ailleurs de bonne qualité sont les plus résistantes à la putréfaction. La méthode d'égorgement, imposée aux Juifs comme prescription religieuse, a cette supériorité qu'elle détermine le plus complètement l'évacuation du sang des animaux de boucherie. En tout état de cause, la viande saine se conserve moins bien dans les temps humides et chauds que par le froid ou même la chaleur sèche; dans cette dernière condition, il suffit de suspendre la viande dans un courant d'air; elle brunit et se dessèche à la surface, mais ce parcheminement extérieur préserve précisément la masse sous-jacente; on se borne à l'enle-

ver au moment où l'on veut employer le morceau. Cette dessiccation superficielle suffit souvent à rendre impossible, par les mouches carnassières, grise ou bleue, le dépôt de leurs œufs; elles ont besoin d'une anfractuosité légèrement humide. Il est plus sûr, cependant, de revêtir la viande d'une gaze ou de l'enfermer dans un local parfaitement accessible à l'air, mais dont les ouvertures sont obturées par un canevas ou une toile métallique à fines mailles; car les mouches sécrètent elles-mêmes une humeur qui dispose le point atteint à se putréfier rapidement. L'insufflation, dont les bouchers se servent souvent pour rendre plus facile le dépouillement des bêtes, introduit dans le tissu cellulaire des germes qui, évidemment, hâtent la putréfaction ; aussi se dispense-t-on de cette opération en été.

Comme il a été dit, les mauvaises viandes se putréfient très rapidement, particulièrement les viandes *asphyxiques*. Signol a constaté que le sang des animaux tués par asphyxie acquiert en moins de vingt-quatre heures des propriétés septiques, transmissibles par inoculation.

Il n'est pas besoin d'une expertise délicate pour reconnaître cette altération de la viande *non préparée;* dès le début, elle prend une odeur de *relent* facile à percevoir; plus tard, la chair est verdâtre, molle, suintante, exhalant franchement l'odeur cadavérique.

La viande putréfiée est certainement et toujours dangereuse. Les hygiénistes n'en exceptent pas le gibier dit *faisandé*, qui a fait parfois rudement expier aux gourmets la satisfaction d'un goût, d'ailleurs assez étrange. Outre l'altération de la fibre musculaire et du suc de la viande, qui nuit évidemment à sa digestibilité et prépare la révolte gastro-intestinale, c'est courir des risques évidents que d'ingérer des matières septiques.

Il est aisé, aujourd'hui, depuis les études faites sur les *ptomaïnes* (Voy. p. 472), de comprendre les accidents qualifiés de *botulisme* et que l'on a parfois observés par épidémies, en Allemagne et en Hollande (Wurzen, Chemnitz, La Haye, Heesch, etc.), à la suite de la consommation de saucisses mangées à la mode allemande, c'est-à-dire peu ou point cuites. Le « poison des saucisses » (*Wurstgift*, *Schinkengift*) est une ptomaïne — ou plusieurs ptomaïnes, — ce qui explique les manifestations de *gastro-entérite* qui frappaient Butter et Bollinger, aussi bien que les apparences *typhoïdes* relevées par Flinzer et par Huber, ou encore les airs d'empoisonnement par l'atropine (Proust), signalés dans d'autres cas. D'où venaient ces ptomaïnes? De l'altération putride des viandes employées fraîches, ou du mélange à des chairs saines de viande gâtées, pratique devant laquelle ne recule pas la cupidité de quelques charcutiers.

Le professeur Proust remarque que, la plupart du temps, les viandes coupables provenaient de vaches en état d'infection puerpérale. Il suppose, non sans bon motif, qu'à la faveur de cet état morbide, les microorganismes producteurs de ptomaïnes avaient envahi les animaux et prodigieusement pullulé. Ce sont eux qui auraient causé les accidents et non point les organismes de l'infection perpuérale, ni les agents vulgaires de la putréfaction, qui ne sont pas, d'ordinaire, si offensifs pour l'économie.

On a fait remarquer (Robert) que les alcaloïdes toxiques se développent surtout quand le cadavre inhumé et soustrait à l'action de l'air vient à être de nouveau influencé par l'oxygène. Ce serait aussi quand les saucissons, bien enveloppés, sont entamés depuis quelque temps, qu'ils deviennent vénéneux. La viande

des boîtes de conserves, ouvertes depuis plusieurs jours, est dans le même cas.

Il faut, sans aucun doute, faire rentrer dans le même cadre la majorité des empoisonnements alimentaires qui ont donné lieu à une action judiciaire, analogues à l'empoisonnement d'une femme par de l'oie farcie, dans laquelle Brouardel démontra l'existence d'une ptomaïne, et une foule d'autres empoisonnements que nous retrouverons, par le fromage, par la morue, etc.

Les alcaloïdes toxiques ne sont pas toujours décomposés à la température de la cuisson des viandes. Cependant, la cuisson détruit d'abord les organismes qui fabriquent ces poisons.

Viandes d'animaux morts. — Nous supposons que la cause de la mort n'a rien de spécifique. Un animal qui n'est pas *abattu* conformément à l'usage ne peut mourir que de maladie, de vieillesse, de fatigue, de mauvais traitements ou d'un accident traumatique. Sauf ce dernier cas, toutes les autres hypothèses impliquent des circonstances qui ont avili la valeur de la viande, l'ont désorganisée et préparée à la putréfaction rapide; si l'on en use aussitôt après la mort de l'animal, on n'aura peut-être pas à redouter de conséquence spécifique, mais ce sera la plus détestable nourriture. On ne devra jamais en tolérer la mise en vente. Kühnert rapporte qu'un cheval rétif, sain d'ailleurs, ayant succombé à la violence employée pour le maîtriser, quatre porcs qui furent nourris de sa chair éprouvèrent des vomissements, de la diarrhée, et succombèrent à leur tour. En admettant qu'il s'agit d'un accident traumatique, si la mort est rapide, l'animal n'aura pas été saigné à temps; si elle est lente à survenir, la chair équivaut à celle d'une bête malade.

Viandes toxiques. — Quand une bête a été traitée par le vétérinaire, indépendamment de ce qu'elle a perdu par la maladie, la viande peut conserver quelqu'une des substances qui ont été employées comme médicament : mercure, plomb, phosphore, arsenic, etc. Outre le mauvais goût qu'elle a contracté, cette viande est capable de causer des accidents; Gerlach en a observé de pareils. C'est un aliment à repousser. Malheureusement, il n'est guère de caractère extérieur qui puisse faire soupçonner cette imprégnation vénéneuse. C'est pour cela qu'il faut toujours se défier de la viande qui n'a pas les traits appartenant à la bonne qualité.

Viandes infectées de parasites. — Le *tournis* du mouton, dû au *cœnurus cerebralis*, la *pneumonie*, la *bronchite vermineuse*, l'*helminthiase intestinale* n'ont pas de conséquences spécifiques sur la santé humaine. Cependant, Bollinger et nous-mêmes avons fait une remarque qui n'est point sans importance; les hydatides et les échinocoques des animaux de boucherie ne peuvent rien transmettre à l'homme; mais, si l'on jette aux chiens, comme cela arrive, les organes affectés de cette forme parasitaire, on assure le développement du *tænia echinococcus* chez les chiens, qui nous le rendent à leur tour sous forme d'hydatides.

Ladrerie. — *a. Ladrerie du porc.* — Cette affection est causée et caractérisée par la présence, dans quelque département du tissu cellulaire de l'animal, principalement du cœur et de la face inférieure de la langue, du

cysticerque (*cysticercus cellulosæ*) ou larve du *tænia solium*. Le porc a reçu l'embryon et nourrit la larve; l'homme reçoit le cysticerque et nourrit le ver parfait.

On reconnaît quelquefois la présence des cysticerques chez le porc vivant, sous la muqueuse de la face inférieure de la langue, qu'ils soulèvent en petites tumeurs olivaires, opalines; l'expertise, très ancienne, qui permet cette constatation, s'appelle *langueyage* (d'où *langueyeurs*). Mais elle n'offre pas une sécurité suffisante et il faut examiner directement la viande après l'abatage.

Les cysticerques se présentent, dans la viande fraîche et sur des coupes, sous forme de petits kystes de 4 à 5 millimètres de diamètre, demi-transparents (fig. 216); avec une tache blanche opaque sur un des côtés et, dans la viande salée, sous forme de petits corps arrondis, rosés, du volume d'un grain de mil, constitués par le *scolex*, enveloppé de la membrane du

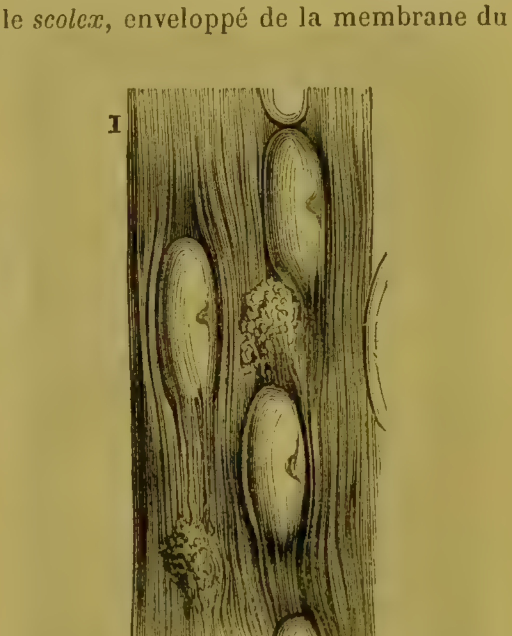


Fig. 216. — *Ladrerie du porc. Cysticerque du cœur.*

Fig. 217. — *Cysticerques dans les muscles de l'homme.*

kyste dont le liquide a disparu. Lors même que le vendeur a énucléé les kystes sur la coupe de sa viande, il est possible de retrouver la trace des petites excavations qui les renfermaient.

On constate sans difficulté, sous une lentille faiblement grossissante, les caractères connus du cysticerque du porc, si l'on a pu disposer d'un des kystes; à l'aide d'une préparation rapide, le scolex apparaît hors de la vésicule avec ses *ventouses*, son *rostre* conique et sa couronne de *crochets* (fig. 218). On trouve aussi accidentellement des cysticerques chez l'homme dans le tissu cellulaire intermusculaire comme chez le porc ladre (fig. 217).

Le ténia solium, *ténia armé*, passait naguère pour très commun en Europe; aujourd'hui que l'on y regarde peut-être d'un peu plus près, le ténia est toujours assez vulgaire, il a même augmenté de fréquence dans les

grandes villes, à Paris spécialement, où il attirait en 1875, l'attention de la *Société médicale des hôpitaux;* mais il ne s'agit plus que rarement du

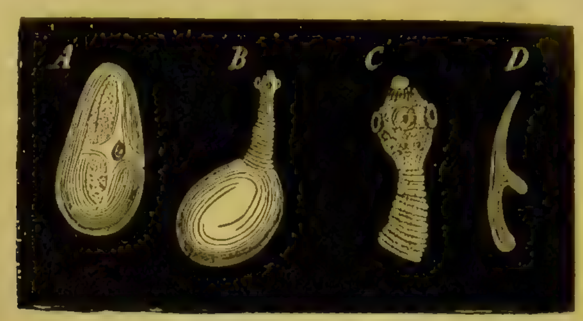


Fig. 218. — *Cysticerque* (*).

ténia solium, venu du cysticerque du porc ; la variété que l'on fait le plus souvent expulser aux malades est autre, c'est le *tænia saginata* (*Tænia mediocanellata*), dont la filiation du cysticerque du bœuf nous occupera tout à l'heure (fig. 219 et 220).

Le ver solitaire est plutôt un hôte incommode qu'une véritable maladie ; les viandes à cysticerques ne sont donc pas positivement redoutables. Il est clair néanmoins, que chacun désire ne pas encourir les inconvénients de ce parasitisme et qu'en hygiène publique on doit interdire la vente de la viande infestée de cysticerques. Wiel et Gnehm l'admettraient, à la rigueur, dans un étal de basse boucherie où

Fig. 219. — *Portion de strobile du Tænia mediocanellata de grandeur naturelle* (d'après Davaine) (**).



Fig. 220. — *Tête* (*scolex*) *du Tænia mediocanellata* (*Tænia inerme*) (d'après Davaine) (***).

les clients sauraient d'avance à quoi ils ont affaire. En effet, d'une part la

(*) A, Animal retiré dans son ampoule. B, Animal développé. C, Tête et cou isolés. D, Un de ses crochets.

(**) *a*, tête et cou (scolex) avec les premiers anneaux ; *b*, *c*, *d*, anneaux larges de la portion antérieure, les pores génitaux deviennent visibles à partir de *c* ; *e*, *f*, anneaux carrés de la portion moyenne ; *g*, anneaux allongés de la partie postérieure.

(***) *h*, vue de face ; *i*, vue de côté ; *k*, œuf.

viande des animaux ladres n'est pas généralement en possession de sa richesse nutritive et, d'autre part, les cysticerques peuvent sûrement, beaucoup plus que les microgermes, être tués par la cuisson, lorsqu'on sait que la viande mise en œuvre a besoin de cette précaution. En Lorraine, où le porc est de consommation vulgaire et où sa ladrerie n'est pas très rare, on n'a jamais le ver solitaire, au moins dans les campagnes ; c'est que le lard, les jambons, les saucisses n'arrivent au consommateur qu'après avoir passé plusieurs heures dans l'eau bouillante.

Pour tout prévoir, notons que rien ne s'oppose absolument à l'auto-infection, par les cysticerques, d'un homme qui porte un ténia (R. Moniez) ; sans qu'on puisse démontrer que les cas observés d'une infection semblable aient cette origine et non une origine extérieure, on sait qu'ils sont en général graves et même mortels, si les cysticerques sont nombreux. Nouvelle raison de faire la guerre aux parasites animaux et de surveiller tout ce qui peut en être le véhicule.

b. Ladrerie du bœuf. — Davaine remarquait autrefois que le peuple connu pour être en possession de l'endémicité du ténia, les Abyssins, mangeaient plutôt du bœuf que du porc ; le mets favori et toujours désiré dans le pays, le *brindo*, n'est autre que la viande de bœuf crue et encore chaude; le docteur Henri Blanc avait dû lui-même se faire à ce régime, pendant sa captivité chez Théodoros. De même, les Juifs de tout pays, les Arabes, à qui la religion interdit l'usage du porc, sont sujets au ténia tout autant que les autres hommes. On se demandait donc s'il n'y avait pas lieu de réformer la théorie de la génération alternante, en supprimant pour le ténia de l'homme le passage nécessaire du ver par l'organisme du porc, à l'état de cysticerque. C'est alors (1866) que le hasard me fit apercevoir dans un filet *de bœuf* d'Algérie, à Constantine, des cysticerques à scolex sans crochets, pareils à ceux que Leuckart avait obtenus en faisant ingérer des anneaux du *tænia mediocanellata* à des animaux d'espèce bovine, et que Saint-Cyr et Perroncito obtinrent plus tard par le même procédé. Huit ans après (1874), Cauvet, à Constantine encore et le cherchant de propos délibéré, rencontra le cysticerque sans crochets dans le diaphragme d'un bœuf. Guillebeau l'a trouvé (1880), non sans peine, sous la langue d'un bœuf, en Europe, à Berne. Et, chose remarquable, c'est encore sur une vache de race bernoise que le service d'inspection de la boucherie du département de la Seine, le 4 juillet 1888, a constaté pour la première fois en France, la présence du *cysticercus bovis* chez un ruminant. Mais déjà Alix, vétérinaire militaire, avait annoncé (1887) qu'il est très commun en Tunisie.

Il résulte de là que : d'une part, le cysticerque du bœuf est, sinon rare, au moins difficile à découvrir ; mais d'autre part, qu'il existe certainement et qu'il n'est point nécessaire d'abandonner la *génération alternante* par cela que le ténia se présente chez des gens qui ne mangent pas de charcuterie.

Il le faut d'autant moins que la variété de ténia à peu près constamment observée en Algérie (Cauvet) est le ténia dit *inerme*, connu des naturalistes sous les

noms de *T. mediocanellata* ou mieux *saginata* (Goze), lequel est sans crochets (bien qu'il appartienne au type des ténias armés, selon R. Moniez), avec un scolex absolument identique à celui du cysticerque du bœuf. Il y a plus : à Paris, à Lille, c'est encore cette variété de ténia que l'on rencontre de beaucoup le plus fréquemment.

Il serait téméraire de dire que ce ténia sans crochets était moins commun autrefois qu'aujourd'hui; mais sa fréquence actuelle coïncide avec l'extension moderne de l'habitude du beefsteack saignant et l'introduction de la viande crue dans la thérapeutique (diarrhée des enfants; diarrhée chronique des adultes; phthisie pulmonaire). Ce qui suffirait à l'expliquer. Les soldats, qui mangent le bœuf bouilli, n'ont jamais le ténia en France (L. Collin ; ils le rapportent des expéditions (Syrie, Algérie).

Quelques-uns ont vu une grave objection à cette étiologie dans l'extrême difficulté de saisir le cysticerque du bœuf sur les animaux abattus en Europe; les bouchers ne le connaissent pas et les vétérinaires le cherchent inutilement. Mégnin a cru pouvoir nier la nécessité des migrations des vers cestodes; il suppose que le cysticerque peut accomplir son évolution chez le même animal, auquel cas il devient ténia inerme, aussi bien qu'y atteindre par migration chez un deuxième hôte, où, sans être différent d'ailleurs, il est pourvu de crochets. Selon lui, le ténia armé vient à l'homme par la viande de porc ladre; « le ténia inerme lui vient, selon toute probabilité, d'œufs ou d'embryons qui ont pénétré dans son organisme à l'état d'œufs ou d'embryons microscopiques avec des boissons ou des légumes frais impurs et non de la viande de bœuf crue ou mal cuite. » Cette doctrine nouvelle est appuyée par l'auteur sur certains faits d'observation. Si elle est destinée à prévaloir, je n'abandonnerai pas pour cela entièrement l'autre, puisque j'ai vu — et failli manger — le cysticerque du bœuf.

Dans les cas indiqués par les auteurs, les cysticerques de la viande de bœuf paraissent avoir été peu nombreux ; il n'en était pas de même dans mon observation, et le filet infesté en renfermait peut-être plus de soixante. Leur aspect ne différait pas essentiellement de celui des cysticerques dans la viande de porc; il répondait assez bien à l'apparence de la figure 217. Il ne nous a pas paru que, vu sous un faible grossissement, le ver lui-même sorti du kyste, différât sensiblement du *cysticercus cellulosæ*, si ce n'est par ce caractère de haute importance pour la simple observation clinique, de n'avoir pas de couronne de crochets à l'extrémité du scolex.

Pour le reste, ce qui a été dit de la viande de porc ladre trouve entièrement son application ici. Poincaré a signalé (1880) une altération des viandes de boucherie qui, selon lui, pourrait se rapporter à une phase inconnue jusqu'ici de l'existence des ténioïdes. Sur plusieurs échantillons de viandes de bœuf, refusées à l'abattoir, il a constaté la présence « d'éléments » cylindriques, avec deux extrémités coniques, pourvus d'une cuticule, sans traces apparentes d'organisation intérieure, longs de $0^{mm},28$ et larges de $0^{mm},05$, logés dans les fibres musculaires, mais indépendants de celle-ci. Des « êtres » pareils, en grand nombre, ont été retrouvés par le même savant chez des porcs ladriques, et d'autant plus nombreux qu'il y avait moins de cysticerques; il les qualifie d'embryons et suppose que ces embryons sont capables, aussi bien que les cysticerques, d'engendrer le ténia. — Mégnin a fait savoir à la Société de biologie que les corps décrits par Poincaré sont déjà connus sous le nom de *gregarina Miescheriana*. Le nœud de la difficulté est de démontrer que ces larves peuvent évoluer en cysticerques et en ténias.

Nous aurons l'occasion, plus loin, de reconnaître les rapports du *Bothriocéphale* avec l'usage alimentaire de certains poissons.

Trichinose. — La trichine (*trichina spiralis*), signalée en 1832 par Hilton, démonstrateur d'anatomie à *Guy's Hospital*, désignée en 1835 par Owen (de Londres) sous le nom qu'elle porte encore, étudiée chez l'homme par divers auteurs et dénoncée en 1860, par Zenker, comme étant la cause d'épidémies formidables, inexpliquées jusque-là, est aujourd'hui parfaitement connue et constitue l'un des plus graves soucis de l'hygiène alimentaire, au moins chez certains peuples.

C'est un ver (nématode) filiforme, long d'un millimètre, le plus habituellement enroulé de 1 à 2 fois et demie sur lui-même dans un kyste calcaire de 2 à 3 dixièmes de millimètre de diamètre, qui envahit le système musculaire : diaphragme, masséter, larynx, muscles intercostaux, avant-bras, jambe, des porcs et sangliers, des rats, des renards, des martres et des putois. Il semble probable que les porcs le prennent des rats ou des détritus d'autres porcs déjà trichinés. De la viande de porc, dans laquelle 1 kilogramme peut contenir jusqu'à 5 millions de trichines, l'animal enkysté pénètre dans l'estomac de l'homme (ou du chien) qui consomme cette viande; son kyste se dissout, la trichine devient sexuée et fournit en cinq à six

Fig. 221. — *Fragment de muscle contenant des trichines enkystées* (40 diamètres).



Fig. 222. — *Fragment de muscle contenant des trichines enkystées* (*).

jours plus de 100 embryons, qui perforent la muqueuse intestinale et, par les capillaires, arrivent jusqu'aux muscles et s'y développent pour enfin s'enkyster à leur tour (voy. fig. 221). Il faut donc chercher la trichine à l'aide du microscope, mais un grossissement de 20 à 50 diamètres est suffisant. Le point essentiel est d'avoir pris sur la viande suspecte des tranches très minces de 1 à 2 millimètres

(*) 1. Portion du cubital antérieur, couverte de kystes de trichine. — 2. Kyste isolé. — 3. Kyste grossi 20 fois. — 4. Kyste contenant deux vers. — 5. Trichine à un grossissement de 200 diamètres. *a*, extrémité céphalique ; *b*, extrémité caudale (d'après Owen).

carrés au plus, de les examiner avec attention et de répéter plusieurs fois cet examen. On peut, à la rigueur, quand la maladie est très développée, apercevoir les saillies qui trahissent les kystes, le long des fibres musculaires, sur des parcelles de ce tissu extraites de l'animal vivant à l'aide du harpon imaginé à cet effet. Les trichines sont particulièrement abondantes dans les points où le muscle va faire place au tendon (fig. 222).

Pour l'expertise au laboratoire (Bouley-Nocard) on peut utiliser la méthode de Tikhomirof qui consiste à mettre la viande, coupée en petits fragments, à digérer pendant une demi-heure dans un mélange de 4 p. d'acide azotique pour 1 p. de chlorate de potasse; on porte ensuite des fragments de muscle dans un flacon rempli d'eau distillée et l'on agite avec force, les muscles se dissocient en fibrilles très minces sur lesquelles il est facile de reconnaître, même à l'œil nu, des renflements fusiformes qui sont les trichines enkystées.

Les trichines agissent évidemment par le nombre quand elles envahissent un animal, fût-il l'homme. Il y a d'abord des troubles digestifs, quelquefois des vomissements (*période cholériforme*); puis des fourmillements, des douleurs tétaniques, des contractures, avec un abattement plus ou moins profond (phase *musculaire* ou *typhique*); enfin, l'*œdème* de la face ou des membres. C'est dans la deuxième ou la troisième période que l'on meurt, 1 fois sur 3 (Hedersleben, 1865), 1 fois sur 7 (Linden, Hanovre, 1874), 1 fois sur 6 (Emersleben, 1883).

En somme, bien que des méprises aient pu être commises, par exemple à l'occasion de l'*acrodynie* (Le Roy de Méricourt), il est peu probable qu'on ait eu la trichinose en France, sans s'en douter (Brouardel et Grancher). Delpech, en 1866, écrivait que la trichinose de l'homme n'a jamais été observée en France, et ce fut la vérité jusqu'à la petite épidémie de Crépy-en-Valois (1873), dont Jolivet et Laboulbène dénoncèrent la nature et qui frappa 16 personnes (avec 1 décès).

En Allemagne, au contraire, la maladie est commune et provient des porcs allemands, non des porcs américains, que les protectionnistes de Berlin accusent, comme les protectionnistes français. Selon Leuckart, on trouve 1 porc trichiné sur 1,800, à Gotha; sur 300, à Halle; sur 550 à Schwerin; sur 340 à Rostock; sur 465 à Copenhague; sur 266 à Stockholm; sur 260 à Kiel; sur 63 à Lienköping (Suède).

Les jambons de Chicago seraient trichinés 1 fois sur 50 et peut-être même 1 fois sur 10. Cependant on ne connaît pas la trichinose en Amérique, parce que la viande de porc y est salée et passée à l'eau bouillante pendant plusieurs heures avant la consommation.

C'est la même chose en France, où l'on a eu le tort d'interdire le lard et les jambons d'Amérique, à une époque où quelques personnages intéressés exploitaient le bruit fait par les épidémies allemandes. Nous n'avons pas de trichinose, parce que nous faisons cuire la charcuterie.

Il ne faut probablement pas une haute température ni une longue application de la chaleur pour tuer les trichines. La température de 56 à 60° ou une ébullition de quelques minutes du morceau qui les renferme suffisent, à la rigueur. Cependant, comme il faut jusqu'à 2 heures de cuisson

pour que l'intérieur d'un morceau un peu volumineux se mette à la température voulue et que Gerlach a reconnu des trichines encore vivantes dans le centre d'un morceau de 10 centimètres d'épaisseur, après une heure de cuisson, il vaut mieux exagérer ce procédé de prophylaxie que de rester au-dessous du besoin.

En Allemagne, il y a toute une organisation d'inspection des viandes au point de vue de la trichinose (*Trichinenschau*). A Berlin, ce service emploie 136 personnes et se fait remarquablement. A l'intérieur du pays, près de 18,000 agents pratiquent cette inspection, dans des conditions beaucoup moins sûres et examinent plus de 2 millions de porcs. On constate 1,200 fois les trichines sur les viandes allemandes et 900 fois par an sur les charcuteries américaines.

Avec les habitudes culinaires du pays, l'administration allemande a grandement raison de prendre des mesures de ce genre, quoique Wasserfuhr estime qu'elles ne doivent pas être obligatoires et qu'il serait préférable de tenir les porcs plus propres et de leur procurer une nourriture sans trichines. En France, *où il n'y a pas de trichinose* et où l'on mange la viande bien cuite, ce luxe d'inspecteurs serait absurde, comme l'était la prohibition établie par le décret du 18 février 1881. Les viandes d'Amérique rendent d'énormes services aux ouvriers, aux soldats, et contiennent dans de justes limites les exigences des producteurs nos compatriotes. Le Comité consultatif d'hygiène (3 mai 1886) a bien fait de juger qu'il faut les laisser entrer simplement, pourvu qu'elles soient *fully cured*, c'est-à-dire salées à fond; ce que les industriels de Chicago leur donnent naturellement, pour qu'elles se conservent, et ce que le premier vétérinaire venu peut vérifier. Une telle préparation ne laisse arriver que des trichines mortes.

3° Viandes virulentes. — Nous eussions pu, régulièrement, étudier sous ce titre les viandes provenant d'animaux atteints du typhus des ruminants ou de la péripneumonie contagieuse, qui ont été rangés dans la première division à cause de leurs propriétés peu offensives pour l'homme. Nous aurons en vue, cette fois, les viandes provenant d'animaux claveleux, enragés, morveux, aphteux, charbonneux, tuberculeux.

Au point de vue général, nous retrouvons ici pour toutes ces maladies et en ce qui concerne les chances sanitaires : 1° la possibilité incontestable de la transmission, soit à l'homme, soit à d'autres animaux, de la maladie virulente par le maniement des animaux malades ou des viandes infestées; 2° l'incertitude de l'innocuité des virus introduits dans les voies digestives ; 3° le défaut de garantie par la cuisson et l'incertitude de l'annihilation des virus par la température à laquelle s'opère assez souvent la cuisson des viandes; 4° la sécurité que procure, au contraire, la cuisson parfaite (à 100 degrés jusque dans la profondeur).

En ce qui concerne les viandes virulentes en particulier:

La *clavelée* des moutons, et probablement ses équivalents, le *cow-pox* de la vache, le *horse-pox* du cheval, sont les maladies qui compromettent le moins la viande, j'entends au point de vue des propriétés spécifiques. Autant il est certain que les squames épidermiques de la clavelée peuvent

être le véhicule de la contagion, autant il est douteux que la chair soit capable de remplir le même rôle. Il n'y a pas d'exemple de transmission par ce dernier mode. L'homme, d'ailleurs, ne prend, de la variole des animaux, que la vaccine. Bouley et Nocard déclarent que les viandes claveleuses peuvent être livrées à la consommation, sauf la précaution de ne les détailler qu'après leur complet refroidissement. Dietzsch pense, au contraire, qu'il faut invariablement repousser le mouton et le porc claveleux, parce que l'affection, chez ces animaux, tourne aisément à la pyémie.

La *rage* inspire assez de terreur pour qu'il paraisse inutile de conseiller le rejet des viandes d'animaux atteints de cette maladie. Pourtant, on en a mangé de telles, salées, fumées et, je le suppose, bien cuites, sans compter Decroix, qui, convaincu que « la viande provenant d'animaux malades ou morts spontanément de n'importe quelle maladie connue est parfaitement propre à l'alimentation, » a mangé systématiquement et impunément, avec quelques personnes, de toutes les viandes réputées insalubres, y compris le chien enragé, cuites ou crues. En logique scientifique, la chair des animaux atteints de rage ne paraît pas dangereuse, puisque c'est la salive qui renferme le virus, avec les centres nerveux, et que ce virus ne s'inocule point par l'estomac.

Il existe d'assez nombreux exemples de repas humains dont la chair de cheval *morveux* a fait les frais. Les chirurgiens militaires en ont cité. Barthélemy assure, dans ses *Mémoires*, que pendant une famine, sous la première République, les pauvres venaient manger la viande des chevaux morveux abattus au bois de Vincennes (Decroix). Il ne paraît pas qu'il en soit résulté d'accidents de contamination. Renault (1851-1855) nourrissait, à Alfort, des chiens, des porcs, des poules, avec des débris virulents divers, parmi lesquels des viandes morveuses, sans observer la transmission de la maladie. Decroix a constaté qu'un certain nombre d'équarrisseurs mangent du cheval morveux aussi bien que de tout autre. Il n'en conclut, toutefois, rien de plus que ceci : qu'il ne faut pas se laisser mourir de faim quand on a à sa portée la viande d'un cheval morveux. Personne ne repoussera cette conclusion, mais il est douteux qu'on puisse accorder davantage. Du reste, que ce soit par l'estomac ou autrement, Dietzsch affirme que le poison morveux a pénétré chez des carnassiers de jardins zoologiques, à qui de pareilles viandes avaient été offertes. Il craint que du cheval morveux ne soit quelquefois introduit dans de certains saucissons destinés à être mangés crus.

La fièvre *aphteuse* est nettement incriminée en ce qui concerne la salubrité du lait provenant de vaches atteintes ; en Angleterre et en Amérique, en Suisse et, peut-être, en France (Proust), il a été reconnu que l'usage de ce lait peut procurer aux enfants des dérangements gastro-intestinaux, quelquefois graves, et une éruption vésiculeuse de la bouche et de la langue. On pourrait jusqu'à un certain point en conclure que la viande des bêtes en puissance de cette affection n'est pas absolument inoffensive ; mais il n'y a pas de fait qui le démontre et les hygiénistes l'admettent dans l'alimentation pourvu que l'animal ne soit pas épuisé par la souffrance.

Viandes tuberculeuses. — On peut réunir sous ce titre les viandes qui ren-

ferment réellement du tubercule et celles qui proviennent seulement d'animaux tuberculeux, quoique la question diffère un peu, d'un cas à l'autre, au point de vue de la propagation digestive du tubercule.

D'ailleurs elle se pose exactement la même pour le lait que pour la viande.

Le danger résultant de la consommation de viandes tuberculeuses doit se mesurer aux notions que la théorie, l'expérimentation, l'observation, nous ont permis d'acquérir.

1. Il n'est pas encore absolument certain que la *pommelière* (*Perlsucht*) des ruminants soit identique à la tuberculose de l'homme. Virchow, Waldenburg, G. Colin, Reynal, Cornil et Trasbot, en ont douté; R. Koch ne l'affirme pas. Mais c'est infiniment probable et même, aujourd'hui, en France, l'on ne paraît plus se souvenir que ce point ait pu être contesté.

2. La voie digestive n'est pas favorable au bacille tuberculeux (voir p. 452). Cependant, peu de temps après la découverte de Villemin, Chauveau tuberculisa (1868) des veaux en les alimentant de matière empruntée aux poumons d'une vieille vache phthisique. Gerlach obtint des résultats pareils, en Allemagne. Viseur (d'Arras) rendit tuberculeux des chats en leur faisant manger du poumon de vache tuberculeuse. Straus et Wurtz (1888) démontrent que le suc gastrique ne détruit pas en six heures la virulence des bacilles tuberculeux sporulés. En revanche, alors que les observations de Johne, Nocard, Mollereau, de Lamallerye, Cagny, font brèche à la vieille réputation d'immunité vis-à-vis de la tuberculose dont jouissaient les gallinacés, les mêmes Straus et Wurtz ont pu présenter au *Congrès pour l'étude de la tuberculose* des poules, dont quelqu'une avait ingéré plus de 50 kilogrammes de crachats tuberculeux, et qui étaient restées absolument indemnes.

La possibilité de la contamination tuberculeuse par ingestion est donc certaine; mais c'est peut-être aller trop loin que de prétendre, comme Butel (de Meaux), que l'infection tuberculeuse se produit bien plus fréquemment par les voies digestives que par celles de la respiration, même quand le poumon seul est atteint et que le bacille tuberculeux n'a laissé, dans les annexes du tube digestif, le foie ou la rate, aucune trace de son passage.

3. Personne ne donne le conseil de manger du tubercule; on a même toujours recommandé (Bouley, Wannebroucq, Nocard) d'écarter de la consommation les viscères qui sont habituellement farcis de tubercules chez les animaux phthisiques et, au besoin, tout l'animal, si les lésions tuberculeuses sont généralisées. Mais, peut-on compter sur l'immunité, si l'on n'a ingéré que de la chair musculaire absolument exempte de nodules tuberculeux, quoique provenant d'une bête entachée de tuberculose?

Nous avons vu que la tuberculose est très régulièrement une infection locale. Aussi, les inoculations de suc musculaire de viandes tuberculeuses ont-elles échoué constamment entre les mains de Vallin et 39 fois sur 40 entre celles de Nocard. Mais l'on conçoit que, dans quelques cas, à un certain moment plus ou moins long, le bacille tuberculeux circule dans le sang et les sucs de l'organisme, qu'en un mot la tuberculose soit, exceptionnellement, une maladie *totius substantiæ*. Les vétérinaires de Lyon

auraient rencontré ce cas 1 fois sur 5. A vrai dire, il y a quelque distance entre l'inoculation et l'ingestion, au point de vue de la pénétration des virus dans l'organisme, et il n'est pas très rigoureux de conclure de l'une à l'autre.

4. En pratique, le public qui se fournit aux boucheries a, jusqu'ici, mangé quelque peu de la chair provenant d'animaux tuberculeux. En un mois, dit Vallin (1885), on a trouvé 54 fois, à l'abattoir de la Villette, des poumons farcis de tubercules; on n'a, pourtant, saisi que deux vaches phthisiques; on a mangé les autres. De même, Villaret assure que chaque habitant de Berlin mange, par an, au moins 1 kilogramme de viande de bêtes tuberculeuses. Toutefois, la situation, à cet égard, n'est guère claire. Autrefois (1878), Vallin avait toutes les peines du monde à trouver dans tout Paris une vache phthisique; depuis, il a paru frappé que l'on trouvât 2 bêtes tuberculeuses sur 100 bovidés conduits à l'abattoir, à Munich, Augsbourg, Mulhouse, alors qu'en 1883 on n'a saisi, à Paris, que 11 bêtes bovines comme impropres à l'alimentation pour cause de tubercules, sur près d'un demi-million de ces animaux abattus. Adam, Bollinger, admettent le chiffre de 1,5 à 2 animaux tuberculeux sur 100 abattus; Villain, celui de 6 p. 1000, aux abattoirs de la Villette et de Grenelle; Baillet, à Bordeaux, 40 sur 22,000. C'est peu, même en supposant qu'un certain nombre de vaches phthisiques vendues par les nourrisseurs de Paris aux mercandiers de la banlieue, rentrent par morceaux sur les marchés de la métropole.

Il est à noter qu'un bœuf gras, et même primé pour sa belle tenue, peut être tuberculeux, comme on l'a reconnu depuis que l'attention se porte dans cette direction. Or, ce ne sont point les gens qui mangent le plus de viande de boucherie qui sont les plus phthisiques; c'est le contraire. La cuisson à 100 degrés prolongée, comme celle pour laquelle on obtient la soupe et le *bouilli*, dans les habitudes militaires, tue définitivement les bacilles tuberculeux; les soldats, naguère, ne mangeaient de viande que sous cette forme; ils payaient néanmoins un lourd tribut à la tuberculose. On n'a pas encore pris sur le fait la transmission de cette maladie à l'homme par l'intermédiaire de la viande consommée; le fait serait, à la vérité, difficile à saisir. A Bordeaux, dit Arloing, où Baillet ne s'oppose pas à la consommation de la viande des animaux tuberculeux, pourvu que les lésions ne soient pas généralisées, la proportion des phthisiques n'a pas diminué; elle a *peut-être* augmenté de 0,05 p. 1000 (!), tandis qu'à Lyon, où l'on est plus sévère, elle a plutôt diminué ou du moins est restée stationnaire depuis 1877. Cette démonstration, assurément, n'est pas entraînante. Bollinger, qui avait remarqué que la tuberculose des herbivores se transmet par ingestion gastrique à d'autres herbivores, mais non au chien, au chat, à l'homme, raconte qu'à Munich plusieurs personnes de sa connaissance se sont soumises, pendant un temps notable, à l'usage du bœuf tuberculeux *bien cuit*, sans en éprouver d'inconvénient.

5. De nos jours, la tendance est à repousser entièrement toute viande de provenance tuberculeuse, fût-elle de bonne apparence et fournie par un

animal gras. Bouley a commencé, dès 1883, la réaction contre la tolérance ancienne, que lui-même avait autorisée. Le Congrès d'hygiène de La Haye (1884) a continué et, pendant que nous écrivions ces lignes, le *Congrès de la tuberculose* (1888) votait, à l'unanimité moins trois voix, la résolution suivante :

« Il y a lieu de poursuivre par tous les moyens possibles, *y compris l'indemnisation des intéressés*, l'application générale du principe de la saisie et de la *destruction totale* pour toutes les viandes provenant d'animaux tuberculeux, *quelle que soit la gravité des lésions* spécifiques trouvées sur ces animaux. »

Il va sans dire qu'un tel vœu emporte l'obligation, pour quiconque introduit de la viande du dehors, non abattue à l'abattoir, de la présenter en quartiers avec les poumons adhérents.

D'autre part, le gouvernement vient d'ajouter la tuberculose dans l'espèce bovine à la nomenclature des maladies qui sont réputées contagieuses et donnent lieu à l'application des dispositions de la loi du 21 juillet 1881 sur la police sanitaire des animaux.

Nous ne voulons pas résister à ces opinions officielles. Du moment que le sentiment public est ainsi excité, il n'y a qu'une chose à faire : appliquer rigoureusement les principes adoptés et les mesures qui en découlent. C'est, du reste, le meilleur moyen de se rendre compte de la part que l'alimentation peut avoir dans l'entretien de la phthisie (pourvu que l'on agisse sur le lait comme sur la viande). En dehors de ce point de vue et théoriquement, nous croirions volontiers que le Congrès a été un peu radical. Pour la pratique, nous pensons que l'*habitude de la cuisson parfaite des viandes* mettrait sérieusement à l'abri du danger de l'infection tuberculeuse alimentaire, si ce danger existe. Il n'y aurait qu'à reprendre cette habitude, que nous avons sacrifiée à la manie anglaise de la viande saignante... quoique, pourtant, les Anglais ne soient pas plus phthisiques que d'autres peuples ; au contraire (Budapest, 776 décès annuels p. 100,000 hab., par phthisie pulmonaire ; Vienne, 695 ; Paris, 421 ; Munich, 387 ; Bruxelles, 360 ; Glasgow, 307 ; Liverpool, 233 ; Londres 217 ; — d'après J. Körösi).

Viandes charbonneuses. — On appelle, selon les localités et selon les animaux, *charbon*, *fièvre charbonneuse*, *sang de rate* (*Milzbrand*), *mal de montagne*, etc., une même maladie, particulière aux bêtes bovines et ovines, mais inoculable à d'autres mammifères, entre autres à l'homme, et spécifiquement caractérisée par la présence, dans les tissus solides ou liquides, de la *bactéridie* de Davaine, *bacillus anthracis* de Cohn.

Les acheteurs de viande à la criée, dans les grandes villes des contrées où le charbon est commun, sont exposés à consommer des viandes charbonneuses que les *mercandiers* reçoivent des propriétaires contre une faible somme d'argent. Ces viandes sont habituellement mal saignées et brunâtres, asphyxiques ; la bactéridie étant un absorbant énergique de l'oxygène. En raison du même fait, après la disparition de l'oxygène, elles se prêtent au mieux à la pullulation du vibrion septique et se putréfient rapidement. L'expertise décisive ne se fait pourtant qu'avec le microscope, qui recon-

naît les amas de bacilles dans le sang. Peut-être, en hygiène publique, serait-il aussi sûr et suffisamment court de recourir à l'inoculation sur des lapins ou des cobayes, que le sang charbonneux fait périr en vingt-quatre heures environ.

Cette inoculation si habituellement mortelle peut avoir lieu chez l'homme par la manipulation des viandes charbonneuses, particulièrement chez les bouchers, les cuisinières, qui se blessent quelquefois avec les instruments qui ont piqué ou taillé la viande, et chez toute personne dont les mains viennent au contact de ces chairs empoisonnées, si la peau des mains porte une gerçure, une excoriation ou toute autre solution de continuité. Le même malheur menace le consommateur dont les lèvres, la bouche, présentent une voie d'entrée à la matière virulente (Boutet), pour peu que la viande soit servie dans l'état demi-cuit qu'affectent les rôtis de la cuisine moderne ; car il est certain qu'une cuisson parfaite tue constamment le parasite, quoique Bollinger ait pensé le contraire. Sur ces bases, les administrations doivent donc interdire la vente et le colportage des viandes charbonneuses, ne fût-ce qu'en raison des dangers de contact. Bien plus, ces viandes ne devraient même pas être rangées dans la catégorie de celles dont il ne faut rien faire que les enfouir immédiatement ; cet enfouissement des animaux morts du charbon est encore dangereux, puisque le sol est le conservateur naturel des germes de la bactéridie, et que ces « endroits maudits », où les troupeaux ne peuvent aller paître sans y prendre le charbon, s'expliquent très simplement, suivant Pasteur, par l'enfouissement antérieur de cadavres charbonneux dans un sol favorable à l'entretien des corpuscules-germes. Ce qu'il faudrait faire des viandes charbonneuses, ce serait de les brûler. Cela se pratique à Liège (Kuborn).

Mais les viandes charbonneuses, introduites dans les voies digestives de l'homme, les muqueuses supposées intactes, sont-elles capables de provoquer le charbon chez le consommateur ; en d'autres termes, l'ingestion gastrique du sang de rate équivaut-elle à une inoculation ? La question peut se poser en ces termes, vu l'incertitude de la destruction des corpuscules virulents par la chaleur qui suffit à la cuisson des viandes, préparées pour un repas ordinaire.

Renault (d'Alfort), P. Bert, G. Colin, et d'autres ont pensé que l'action du suc gastrique sur les viandes charbonneuses suffisait à anéantir leur virulence ; le dernier a fait à cet égard un grand nombre d'expériences qui sont restées négatives. On remarquera, pourtant, que cette question est générale et que, si l'estomac pouvait détruire le virus charbonneux, il aurait probablement la même action sur d'autres, le tubercule par exemple. Or, les ingestions gastriques de matière tuberculeuse ont paru être positivement offensives.

Dans les fermes de la Beauce, où le charbon exerce périodiquement ses ravages, il est de règle (Bouley et Nocard) de faire servir à l'alimentation du personnel la viande des moutons qui, pris du sang de rate, ont pu être égorgés avant la mort; jamais on n'a signalé d'accidents qui aient paru résulter de cette alimentation. J'ai vu moi-même, dans un clos d'équarrissage près de Chartres, les ouvriers mettre de côté les plus beaux gigots charbonneux pour s'en nourrir en rentrant, eux et leurs familles ; ils con-

naissaient, du reste, parfaitement le danger d'une coupure avec leurs instruments trempés dans le sang des victimes dépecées. Dans le même établissement, visité plus tard par G. Colin, les chiens, les chats, les poules du propriétaire mangeaient à même dans les débris charbonneux dispersés partout, sans en éprouver de conséquence fâcheuse.

Par contre, Davaine, Heu, en France, Tavel, en Suisse, et des vétérinaires allemands ont signalé des cas de charbon consécutifs à l'ingestion de viandes charbonneuses par les animaux les plus divers. On peut se figurer la facilité des inoculations par ce procédé, quand on songe que, dans les expériences de Pasteur et Toussaint dans la Beauce, il suffisait d'ajouter des végétaux piquants, tels que des chardons, à du fourrage arrosé de bactéridies, pour rendre charbonneux les moutons qui paissaient cette nourriture. Bollinger, tout en reconnaissant comme très rare l'infection par voie gastrique, met au compte de ce mode d'introduction un certain nombre de cas de charbon intestinal (*mycosis intestinalis*), accompagnés ou non de charbon sur le tégument externe. Kelsch pense avoir assisté à des accidents de cet ordre dans une circonstance où le patient (un Maltais, à Constantine) succomba avec des phénomènes analogues à ceux de l'étranglement interne et n'offrit à l'autopsie que des tumeurs carbonculeuses sur la muqueuse intestinale, tout le long de l'intestin ; quelques-unes de ces tumeurs portaient une eschare au sommet ou étaient déjà ulcérées ; il y avait une vaste suffusion sanguine dans tout le tissu cellulaire sous-péritonéal. Wagner a observé, chez des cordiers, des charbons intestinaux qu'il attribue à ce que les hommes, déposant leurs aliments dans l'atelier, quelquefois même au contact du crin qui doit entrer dans la fabrication de certaines cordes, avaient pu ingérer avec leur pain des poussières charbonneuses, provenant du crin d'animaux morts de charbon. L.-H. Petit rapporte qu'à Florence un médecin fut poursuivi pour avoir, étant consulté, autorisé la consommation de la viande d'une génisse, qui se trouva être atteinte du charbon et dont la viande fut l'origine de pustules malignes et même de deux cas de mort chez ceux qui en avaient mangé.

Donc, il faut nettement proscrire l'usage des viandes charbonneuses et en faire connaître à tous la nocuité. Que si l'on objecte la pénurie de viande et la perte d'aliment entraînée par la destruction de celui-ci, nous renverrons aux lumières versées chaque jour par la science sur l'étiologie du charbon ; c'est en les utilisant qu'on diminuera les ravages du mal et que l'on fera, de la bonne manière, des économies de viande. N'avons-nous pas la vaccination préventive du sang de rate?

Viandes typhogènes. — C'est en Suisse, et même spécialement dans le canton de Zurich, à la suite de la consommation de viande de veau, que se sont passés les faits qui légitiment ce paragraphe. En juillet 1839, 727 chanteurs et pas mal de curieux étaient réunis, pour un concours d'orphéons, à Andelfingen, canton de Zurich. Un banquet eut lieu, auquel prirent part 500 à 600 convives, dont quelques-uns trouvèrent mauvais goût au veau qui fut servi. Le soir même il y eut des malades; puis, beaucoup d'autres, surtout entre le troisième et le sixième jour après la ren-

trée des amateurs dans leurs foyers. On compta 9 décès. Il sembla que les phénomènes observés pendant la vie des malades étaient ceux de la *fièvre typhoïde;* aux autopsies, on reconnut des ulcérations intestinales à la fin de l'iléon et au niveau des plaques de Peyer, avec gonflement de la rate et des ganglions mésentériques. L'avis des médecins de Zurich, Pommer et Schœnlein, fut qu'en effet il s'agissait de fièvre typhoïde; Griesinger, Zehnder, se rangèrent à cette opinion, tandis que Lebert crut à une gastro-entérite et que Liebermeister, après coup, supposa que l'on avait eu affaire à une trichinose.

En 1878, à Kloten, toujours dans le canton de Zurich, à propos d'un concours d'orphéons et à la suite d'un banquet au veau, les mêmes accidents se répétèrent, plus nombreux même, sinon plus graves. Il n'y eut que 6 décès sur plus de 700 cas. Une particularité curieuse fut que l'on constata 74 cas d'infection secondaire, chez des gens qui n'avaient pris aucune part au banquet, mais avaient eu des rapports avec les patients. Cinq autopsies furent pratiquées par Walder, Huguenin, Eberth ; on trouva encore les lésions de la fièvre typhoïde et même une perforation intestinale ; de même que les symptômes cliniques avaient paru reproduire ceux du typhus abdominal. De sorte que les médecins que nous venons de nommer, avec O. Wyss, de Cérenville, et d'autres, affirmèrent encore une fois la fièvre typhoïde.

Il est assez remarquable que, dans les années suivantes, on ait observé des accidents moins nombreux, mais identiques, dans d'autres localités du même canton, à Birmenstorff (1879), Würenlos (1880), Spreitenbach (1881).

Quelle en était la nature ? Bollinger a soupçonné une *infection mycosique* ou quelqu'une des espèces que l'on regarde comme parallèles à la fièvre typhoïde, ou même ses parentes, sans y être identiques. On peut songer à un empoisonnement putride, en raison de ce que le début a souvent été très rapproché du moment de l'ingestion de viande suspecte. Cependant, le professeur Proust, qui a appliqué à ces histoires singulières une critique savante, recule devant ceci : que les effets du prétendu poison n'étaient souvent sensibles que le quatrième jour et que, d'ailleurs, la chair du veau incriminé avait parfois communiqué, par contact, ses fâcheuses propriétés à d'autres viandes, d'un volume plus considérable.

On ne put savoir si le veau d'Andelfingen était malade. Celui de Kloten était moribond, peut-être d'une phlébite ombilicale (Proust), lorsqu'on l'abattit. Celui de Würenlos avait le nombril enflammé. Enfin, la viande, à Spreitenbach, provenait d'une vache atteinte de métrite puerpérale, dont l'utérus renfermait un fœtus putréfié. Il y a là des circonstances qui, évidemment, font songer à autre chose qu'aux effets d'une simple ptomaïne et qui accusent une influence spécifique dépendant directement de microorganismes infectieux. D'un autre côté, pendant l'épidémie de Kloten, Walder fit l'autopsie de deux veaux chez qui il constata la tuméfaction et le ramollissement des ganglions mésentériques, le ramollissement des plaques de Peyer et l'ulcération de quelques-unes de celles-ci. Le propriétaire du premier avait eu la fièvre typhoïde et, au début, avait cédé,

dans l'écurie même, au besoin d'aller à la garde-robe; dans l'autre cas, on avait autopsié un typhoïsant humain non loin de l'étable. A la vérité, les vétérinaires ne connaissent pas encore la fièvre typhoïde du veau.

A l'époque de l'épidémie de Kloten, le bacille d'Eberth-Gaffky n'était point familier aux épidémiologistes, comme il l'est aujourd'hui; ce qui a permis à Gaffky de se refuser à qualifier ces accidents si remarquables. Lorsqu'il s'en représentera de pareils, il faudra chercher le bacille typhique chez l'homme et chez le veau, et alors, comme dit Proust, il se présentera l'une des trois éventualités suivantes : ou bien le bacille sera reconnu à la fois sur l'homme et sur l'animal, et c'est Walder qui aura raison d'avoir posé la transmission de la fièvre typhoïde de l'homme au veau et réciproquement : — ou bien, on ne le trouvera que chez l'homme et point chez l'animal; ce qui compromettrait gravement la spécificité étiologique du microbe; — ou bien, enfin, on ne le trouvera ni chez le veau ni chez l'homme, auquel cas il faudra admettre que « des microbes différents du bacille typhoïde peuvent réaliser les symptômes et les lésions de la dothiénentérie »; ce qui n'est pas impossible.

Viandes d'exception, de luxe, de hasard. — 1° *Les viscères.* Nous pouvons, au point de vue de l'hygiène et en faisant brèche à l'exactitude anatomique, comprendre sous ce titre : la langue, le cœur, les organes parenchymateux, poumons, thymus, foie, rate, rein, mamelle, cerveau, moelle, les intestins, les os, les cartilages. En boucherie, la tête, la queue, les pieds des animaux, rentrent dans la même catégorie. Le sang lui-même est utilisé comme aliment.

Quelques-uns de ces morceaux sont réellement riches en substance nutritive, azotée ou grasse; mais la plupart pèchent par quelque point, ce qui exclut la répétition fréquente de l'aliment. En général, on leur demande plutôt une satisfaction sensuelle dont la source est justement dans la saveur particulière que la fonction donne à l'organe; ainsi le foie a le goût de la bile, les reins (rognons) ont celui de l'urine, etc.

Tous les parenchymes ont besoin d'une cuisson parfaite, qui ramollisse l'enveloppe des cellules et les dispose à la digestion; le cerveau est riche en graisse, le foie des animaux gras l'est également; la langue est tendre, le cœur est très riche d'azote, mais maigre, à gros grain, peu savoureux, difficile à digérer; les chimistes (de Mène) le classent avant le filet, pour les proportions de principes azotés; on ne saurait demander de meilleure preuve de l'impuissance de la chimie à décider de la valeur des aliments. Les poumons, d'ailleurs peu nourrissants, sont difficilement attaquables par les sucs digestifs. Il en est de même des tripes, en raison de l'abondance du tissu conjonctif.

La tête, la queue, les pieds, les os, les cartilages, de même que toute la viande des jeunes animaux (veaux, cochons de lait), et tous les morceaux riches en tissu conjonctif ont la propriété de fournir de la *gélatine* par la coction; c'est ce qui fait rechercher certains mets, dans lesquels prédomine cet élément : tête de veau, pieds de mouton, pieds de cochon; ou préparer des *gelées* avec le cochon de lait, la volaille, le poisson. Ainsi associée, la gélatine peut entrer pour une part dans les effets utiles de l'aliment.

Le sang, du porc principalement (16 à 18 p. 100 d'albumine), est employé à la

fabrication d'une variété de saucisses (les boudins), que l'addition de graisse, de mie de pain ou de fécule, et de condiments, rend sapides et nourrissantes. Par lui-même, le sang est d'une digestion très difficile et, si l'on songe qu'il est en outre le véhicule de poisons morbides, on s'explique la réprobation dont l'a frappé le législateur théocratique des Juifs.

2° *Viande de cheval.* — Bien que le cheval ne se prête pas à l'engraissement comme le bœuf et que l'on ne puisse obtenir, dans le filet du premier, le *persillé* qui caractérise la supériorité du second, cependant il n'y a aucune raison intrinsèque qui puisse faire repousser la viande de cheval, si elle provient d'un animal jeune, sain, non surmené, bien portant. Malheureusement dans les habitudes modernes, le cas le plus exceptionnel est que le cheval offert à la consommation remplisse ces conditions; on ne l'élève pas pour être mangé et on ne l'élèvera pas dans ce but tant que le cheval sera nécessaire pour traîner la charrue, les camions, les équipages bourgeois ou princiers, l'artillerie, et qu'il restera un engin indispensable du luxe et de la guerre.

Les Germains, dit l'histoire, étaient familiers de la viande de cheval. En 724, l'apôtre Boniface et le pape Grégoire III, à la conversion de ces peuples, supprimèrent du même coup le culte de la déesse Freia et l'usage de la viande des chevaux qu'on lui sacrifiait. Cependant, en diverses circonstances pressantes, le vulgaire se rejetait sur la viande de cheval, à défaut d'autre aliment; le cas se présenta plus d'une fois dans les villes assiégées; Larrey, dans l'île de Lobau, alimenta ses blessés avec le bouillon de cheval. On a, de notre temps, relevé ces souvenirs avec un zèle un peu excessif; en Allemagne, ç'a été la Société protectrice des animaux qui s'est chargée de réinstituer des boucheries « hippiques », perspective évidemment moins dure pour les chevaux que celle de mourir de misère en traînant une charrette; en France, Renault (d'Alfort), I. Geoffroy Saint-Hilaire, Decroix, se sont faits les patrons de la même entreprise; il a bien fallu que les assiégés de Metz et de Paris (1870-1871) se rangeassent du côté de cette doctrine alimentaire. Les services rendus en ces occasions par le « horseteak » ne sont pas d'agréable souvenir, mais ils sont incontestables.

Depuis 1867, les boucheries de cheval sont autorisées à Paris; en 1872, il y en avait plus de quarante, fournissant près d'un million de kilogrammes de viande; elles n'ont fait que se développer davantage, puisque la consommation de viande de cheval a été de 1,200,000 kilogrammes en 1875, de 1,600,000 kilogrammes en 1876. L'abattoir de Pantin lui est réservé. A Lyon, il s'en vend 250,000 kilogrammes. Berlin, Vienne, possèdent des établissements identiques. Ces boucheries portent leur étiquette distinctive au fronton de l'étal; la loyauté commerciale est sauve.

Cela n'empêche pas quelques fraudeurs d'introduire de la viande de cheval, qui vaut moitié moins que le bœuf, au milieu d'autres viandes vendues plus cher. Si la fraude n'attente pas à la santé, elle attente à la bourse de l'acheteur et doit être réprimée en conséquence. Outre les caractères de la viande de cheval, rappelons ici que c'est une de celles qui se prêtent le mieux à l'expertise par l'odeur, indiquée par Zundel (de Strasbourg), après B...., préparateur d'Orfila (Bouley et Nocard). Il faut mettre la viande hachée dans une éprouvette, verser dessus de l'acide sulfurique concentré et agiter avec une baguette de verre; il s'en exhale une odeur rappelant celle qui appartient naturellement à l'animal et qui est vulgairement connue; pour le cheval, c'est l'odeur de palefrenier ou d'écurie.

3° *La volaille.* — Le type le plus répandu de cette viande est le *poulet.* Jeune et engraissé, le poulet est un mets délicat, d'une digestion facile et qui ne laisse pas que d'être riche en principes nutritifs. Le poulet à point doit approcher d'un an. Au delà de deux ans, il est coq ou poule et ne fournit plus qu'une viande filandreuse, sèche, résistant à la dent, bonne tout au plus à faire du bouillon. Le poulet du meilleur cru est celui qui a vécu en liberté, autour de la ferme, se nourrissant de grains, d'insectes, d'herbes.

Le *poulet d'Inde*, ou dindon, encore appelé sur certains points *jésuite*, du nom de l'ordre qui passe pour l'avoir importé d'Amérique, est un aliment louable dans les mêmes conditions que le poulet, avec une chair un peu plus ferme et un fumet peut-être supérieur.

Comme la question d'âge est la plus importante pour l'acheteur, celui-ci devra observer la longueur de la crête chez les poulets des deux sexes, l'aspect des pattes, et, chez les mâles de poulets ou de dindons, les dimensions de l'*ergot.* Les volailles vieilles ont la crête développée, les pattes recouvertes d'un épiderme rude, écailleux, rougeâtre, le dessous des doigts calleux ; l'ergot est plus ou moins apparent. Il est presque inutile d'ajouter que, quand le vendeur a abattu la crête et l'ergot, c'est qu'il éprouvait le besoin de dissimuler l'âge de sa marchandise. On distingue aisément un poulet maigre d'un poulet gras ; cependant, il est bon d'être prévenu que les coquetiers écrasent presque toujours le thorax de leurs volailles une fois tuées et plumées ; on ne juge plus alors de la saillie du sternum. Il faut toujours constater que l'oiseau a été saigné.

Les volailles nourries de sarrasin (Bresse, Maine) ou de maïs (Béarn) sont très estimées.

Les *pigeons* jeunes sont d'une consommation avantageuse, malheureusement d'un prix trop élevé. On reconnaît les vieux pigeons, manger détestable, au développement et à la dureté de leurs plumes, surtout celles des ailes ; et, s'ils sont plumés, au caractère d'endurcissement des pattes et du bec.

C'est encore de la même façon qu'on distingue les *oies* jeunes des vieilles, les *canetons* plumés des vieux *canards*. L'oie jeune et grasse, sans être un aliment de haut goût, est bien reçue des estomacs robustes ; elle ne coûte pas si cher que les pauvres gens ne puissent se l'offrir aux grandes fêtes de l'année. Le canard jeune, dont la chair est tendre et sapide, est plus recherché et, par conséquent, moins abordable aux petites bourses. Ces deux oiseaux ont une aptitude remarquable à l'engraissement ; le canard surtout, dont la gloutonnerie est proverbiale. On met à profit cette disposition pour obtenir ces « foies gras », presque pathologiques, de canard ou d'oie, dont on fait les pâtés de Bayonne, de Bordeaux, de Strasbourg.

4° *Le gibier.* — La chair des animaux rangés dans cette catégorie se distingue par sa richesse en principes azotés, très généralement par la rareté de la graisse et plus régulièrement encore par le fumet excitant qui attire la plupart des palais. Ces deux qualités la font d'ordinaire accepter par l'estomac, et, par conséquent, constituent pour l'économie des chances d'utiliser l'azote dont elle abonde.

Gibier à poil. — *Le lièvre.* — Le lièvre fournit une chair excellente, un aliment sérieux, qui devrait lui mériter la protection des administrations. Jeune et habitant les collines, sa viande est tendre et d'un fumet agréable ; on peut le manger

frais. Vieux, il est dur, sec, coriace, a besoin d'être ramolli par le faisandage et encore ne donne qu'un aliment médiocre. Provenant des lieux bas et humides, il est toujours de mauvaise qualité. Le lièvre des vignes est bien supérieur à celui des forêts ; celui qui vit en pleine campagne, de beaucoup préférable au lièvre de parc.

Un lièvre qui a le poil dru et brillant, les reins (rable) épais, la tête petite, présente à l'acheteur des chances favorables. On peut déchirer à la main l'oreille d'un lièvre jeune ; mais c'est une expertise que les vendeurs n'admettent généralement pas.

Le *chevreuil*, le *chamois*, le *cerf*, jeunes et tués aux époques favorables (hors le temps de rut), fournissent une viande très généreuse et aisément digérée. Plus vieux, la chair en est détestable si elle n'est un peu « faite » et préparée par ce que les cuisinières appellent *marinage*.

Le *sanglier* n'a pas la graisse du cochon, mais sa viande possède en revanche un fumet, qui trahit les habitudes de liberté, au fond des grands bois. Pourtant, le sanglier jeune, sans être un mets positivement délicat, est seul mangeable ; le vieux « solitaire » ne flatte que l'amour propre du chasseur ; si ce n'était de la « venaison », sa viande ne paraîtrait pas à table.

Le *lapin* de garenne et le lapin domestique sont une puissante ressource alimentaire, en raison de la prolificité de l'espèce. La chair du lapin domestique est blanche, assez fade, mais saine ; c'est, du reste, un plat peu coûteux et bien accueilli des classes ouvrières. Le lapin sauvage a un fumet prononcé, mais dont on se fatigue vite.

On mange encore du renard, du castor, de la loutre ; l'Église admet même celle-ci les jours de Quatre-Temps. Ces viandes sont trop rares ou trop médiocres pour avoir de l'importance.

Gibier à plumes. — Les oiseaux utilisés à titre de gibier sont des viandes plus nutritives que celle de nos oiseaux domestiques (viandes noires et viandes blanches) ; ces viandes sont, en outre, presque toutes de haut goût. Il suffit de mentionner la perdrix, la caille, la gelinotte, le coq et la poule de bruyère, le faisan, la bécasse, la bécassine, l'alouette, la grive, les becs-fins, l'ortolan, l'outarde, le tétras, le canard et l'oie sauvages, le râle, la sarcelle, le ramier, tous estimables à des titres divers. Les qualités de la plupart varient selon l'époque de l'année ; chacun a sa saison. Pour quelques-uns, cette saison est celle où ils trouvent une nourriture abondante ou bien qui communique à leur chair un fumet agréable, comme les baies de genièvre pour les grives. La caille et l'ortolan sont insignifiants s'ils ne sont gras ; l'alouette n'a toute sa valeur qu'à la fin de l'automne, lorsqu'elle est blanche de graisse.

5° *Le poisson.* — La chair des poissons est notablement moins pourvue de principes nutritifs que celle des mammifères et des oiseaux. Elle renferme une grande proportion d'eau et fournit, surtout celle des jeunes poissons, beaucoup de gélatine par la coction. Toutefois, il y a des différences considérables d'une espèce à l'autre, et même, dans une espèce unique, des différences capitales selon l'âge et la taille des individus. Sous ce rapport, il est un point auquel le poisson atteint son maximum de succulence et de rendement alimentaire ; pour le brochet, par exemple, et la truite, c'est le moment où l'animal approche du poids de 2 kilogrammes. On voit par là quel sérieux préjudice portent à l'alimentation publique les

pêcheurs qui prennent et consomment ces poissons à l'état de fretin, sans bénéfice pour eux-mêmes, d'ailleurs, car ce poisson jeune n'a presque aucun pouvoir nutritif et même se digère difficilement.

A vrai dire, le poisson ne saurait être un aliment unique et exclusif, même quand il est irréprochable. Dans la population des côtes et du bord des fleuves, les familles de pêcheurs n'ont point les attributs d'une santé solide et d'une vigueur réelle, ou, s'ils les ont dans la jeunesse, ils sont de bonne heure envahis par l'athérome artériel et ne fournissent pas une longue carrière (Kiener). Les femmes, non sans beauté, y sont très fécondes, et l'on a cru que l'ichthyophagie pouvait y être pour quelque chose en raison du phosphore que contient le poisson : malheureusement pour cette théorie, la vérité est que le poisson renferme un bon quart de phosphore de moins que la chair de mammifères.

Le poisson n'est agréable et salubre qu'autant qu'il est frais, on devrait dire fraîchement pris. Les marchands se donnent une peine énorme pour conserver vivants certains poissons après qu'ils ont été pris; or, cette prolongation de l'existence n'est qu'un supplice et une longue agonie dont l'effet sur la chair du poisson équivaut au surmenage des mammifères. Il n'y a rien de mieux à faire que de tuer le poisson au sortir de l'eau et de le consommer au plus vite. Cette chair se ramollit et se putréfie rapidement.

Le poisson frais se reconnaît à ce que les *ouïes* (branchies) sont humides, rouge vif, que les yeux, ouverts, possèdent encore de l'éclat. Les trompeurs teignent de sang frais les ouïes des poissons avancés ; un simple lavage dévoile cette ruse grossière.

Contrairement à ce qui se passe chez les mammifères et les oiseaux, ce sont les poissons carnassiers dont la chair est la plus exquise ; il se tiennent habituellement dans l'eau courante pour y poursuivre leur proie, tandis que les poissons herbivores sentent la vase et l'eau dormante dans lesquelles ils cherchent les plantes aquatiques dont ils font leur nourriture. Les poissons habitués à l'eau courante, fraîche et limpide, deviennent malades quand l'été rend les rivières stagnantes et en échauffe les eaux; leur chair perd ses qualités.

Les poissons ne sont pas exempts de vers intestinaux ; c'est un motif de faire cuire très complètement le fretin, admis dans les fritures et que l'on mange sans avoir extrait les entrailles.

Il est des saisons dans lesquelles il ne faut pas manger tel ou tel poisson; ce sont les époques du *frai*. Ce serait compromettre le repeuplement des eaux pour n'obtenir immédiatement qu'un aliment inférieur.

Poissons vénéneux. — Il est des poissons dont la consommation occasionne plus ou moins régulièrement chez l'homme des troubles gastro-intestinaux, cholériformes, pouvant aller jusqu'à l'algidité, l'ataxie nerveuse et la mort. Fonssagrives, qui a bien étudié ce sujet, particulièrement du ressort de l'hygiène navale, propose de réserver à ces accidents le nom générique (espagnol) de *siguatera*, étendu par d'autres aux indispositions résultant de l'usage de poissons pourris. Les troubles en question succèdent particulièrement à l'ingestion de certaines parties du poisson, la tête, les intestins, le foie, les œufs, plutôt des individus adultes que des jeunes, et presque toujours dans les mers intertropicales. C'est au point que le thon, inoffensif sur les côtes d'Europe, a causé des accidents aux Antilles. Tel poisson empoisonne les matelots, qui passe pour excellent

chez les insulaires des rivages qu'il habite : ainsi, le *scorpæna grandicornis*, crapaud de mer, *rascacio*, très estimé à Cuba, mais très redouté à Haïti. En général, toutefois, les indigènes des terres dont les eaux sont hantées par des poissons toxicophores sont le plus en état de donner à cet égard des renseignements utiles, et c'est leur avis qu'il faudra prendre quand on se trouvera en présence d'un poisson mal connu des équipages. Les médecins de marine conseillent aussi, avec raison, d'expérimenter d'abord sur des chats, des poules, la nocuité ou l'innocuité des poissons suspects.

On ne connaît pas la nature de ce poison. De Rochas croit que le frai seul est toxique. Si nous réfléchissons qu'en Europe les œufs du brochet et du barbeau procurent souvent une purgation énergique, nous ne pourrons que prendre cette idée en considération. Cependant, le fait que la même espèce, inoffensive à l'ordinaire, devient vénéneuse dans certaines eaux ou dans certaines saisons, porterait à soupçonner que le poisson, en vertu d'une disposition accidentelle, acquise, et peut-être morbide, est devenu capable de fabriquer une matière toxique, une ptomaïne ou quelque chose d'approchant, qui n'est pas un produit de sa nutrition normale. On attachera quelque importance, à cet égard, à cette particularité que les viscères abdominaux renferment spécialement l'agent vénéneux.

Les poissons et le bothriocéphale. — Le bothriocéphale est très commun sur les bords des lacs des côtes de la Baltique et des lacs de Suisse, de Genève spécialement ; il commence à se montrer auprès du lac de Starnberg. Braun a reconnu, à Dorpat, les larves de ce parasite chez le brochet, la lotte et le lavaret et a fait développer expérimentalement ces larves chez des chiens et des chats. Zschokke, à Genève, a innocenté la féra, mais a confirmé l'influence du brochet et de la lotte, en y ajoutant la perche, l'ombre-chevalier et même la truite. Toutefois, le bothriocéphale diminue beaucoup de fréquence en Suisse, où l'on avait autrefois ce parasite 10 à 20 fois sur 100 habitants ; la proportion n'est plus aujourd'hui de 1 p. 100.

Poissons comestibles les plus communs en France. — a. *Poissons d'eau douce.* — Les diverses espèces de *Perches*; les *Cyprinidés*, loche, goujon, barbeau, tanche, carpe, carassin, gibèle, brème, ablette, gardon, chevaine, vairon, nase ; les *Salmonidés*, saumon, truite, éperlan, ombre; les *Clupéidés*, alose ; les *Esocidés*, brochet; les *Murénidés*, anguilles ; l'esturgeon (*Sturoniens*) des grands fleuves, les lamproies (*Cyclostomes*) fluviatiles.

b. *Poissons de mer.* — Le bar (*Labrax lupus*) ou loup, le barbier (*Anthios sacer*), l'un des plus beaux poissons de la Méditerranée, les serrans, le mérou (Méditerranée), le cernier (*Polyprion*), rare, le mulet surmulet (*Mullus surmuletus*), assez rare, le rouget barbet (*Mullus barbatus*), très abondant dans la Méditerranée, où on l'appelle *routjet*, très estimé et dont les patriciens romains autrefois payaient un seul individu plus de 1000 francs; les trigles (Océan et Méditerranée) ; la sciène aigle, connue sur les côtes méditerranéennes sous le nom de *Maigre*, le corb noir (*Corvina nigra*) en Provence et en Languedoc; les sargues, la daurade, les pagres; le maquereau (*Scomber scomber*), poisson migrateur, que l'on ne pêche qu'à de certaines époques (Océan, Manche, Méditerranée); le thon (*Thynnus vulgaris*), commun dans la Méditerranée, plus rare dans la Manche et l'Océan; la bonite (*Thynnus pelamys*), le germon (*Thynnus alalonga*), très abondant dans l'océan Atlantique, rare dans la Manche et la Méditerranée; la pélamyde (*Pelamys sarda*),

poisson de 60 centimètres de long qu'on prend dans toute la Méditerranée et ses dépendances, ainsi que dans l'Océan; le pilote (*Naucrates*); l'espadon vulgaire (*Xiphias gladius*), à chair très délicate, très commun dans toutes nos mers; le cépole rougeâtre (*Cepola rubescens*), flamme, ruban rouge, demoiselle des marins; les mugues, dont la nombreuse famille a une grande valeur alimentaire; les gobies; la baudroie, les labres, les girelles, l'éperlan, les *Clupes :* hareng, sardine, anchois. Le hareng commun, poisson migrateur, atteint par bandes innombrables les côtes françaises de la Manche et de l'océan Atlantique vers la saison d'automne; c'est aussi en automne que l'on pêche en abondance la sardine sur les côtes de Normandie, de Bretagne, de Provence et de Languedoc; l'anchois, très commun sur toutes nos côtes, principalement sur celles de la Méditerranée, est aussi une source de beaux bénéfices pour les matelots qui en pratiquent la pêche. Les *Gades :* morues (Manche, océan Atlantique), merlan (Océan), capélan, tacaud, poutassou, merlan jaune, charbonnier, merluche; les *Rhombes :* turbot (toutes nos mers), barbue (id.); les *Plies* et limandes (Océan), la plane (Méditerranée); les *Soles*, parmi lesquelles la sole vulgaire se prend sur toutes nos côtes; les *Murédinés*, congre (toutes nos mers), murène (rare); l'esturgeon, dont les œufs, additionnés de sel, servent à faire le *caviar*, si estimé de quelques-uns, si méprisé des autres (je suis de ceux-ci); les *Squales*, parmi lesquels le squale bleu (*Carcharias glaucus*) et le requin commun (*Carcharias lamia*) habitent toutes nos mers et forment un aliment grossier; la scie; les *Raies*, dont les variétés nombreuses habitent toutes nos mers; les lamproies marines (*Petromyzon marinus*).

6° *Reptiles et batraciens.* — Les tortues (*Chéloniens*) et leurs œufs sont un aliment régulier, mais de peu d'extension; la chair de tortue ressemble, dit-on, à celle du veau. Les espèces comestibles aquatiques sont rares dans les eaux françaises; la tortue verte, maritime, quelquefois d'un poids très élevé, est la plus importante au point de vue alimentaire.

Des batraciens, on n'utilise guère que les cuisses de grenouilles, viande blanche, peu riche, mais savoureuse. Les espèces comestibles, en France, sont la grenouille verte (*Rana viridis*, la grenouille rousse ou des bois (*R. temporaria*).

7° *Crustacés.* — Le homard (*Homarus vulgaris*), la langouste (*Palinurus vulgaris*), la crevette grise (*Crangon vulgaris*), la crevette rose, le crabe, espèces marines répandues sur toutes les côtes d'Europe, forment une branche importante du commerce des substances alimentaires; l'écrevisse (*Astacus*) n'est qu'un hors-d'œuvre agréable. La chair du homard et celle de la langouste sont fermes, nourrissantes.

8° *Mollusques.* — On mange, dans l'Est et le Midi de la France, une assez grande variété de gastéropodes terrestres du genre *Helix* (Escargots), d'une digestion facile et qui, sans être un aliment de premier ordre, doivent compter pour quelque chose dans l'alimentation, à cause de l'utilisation qu'en font les gens du peuple, sur une large échelle, dans certaines contrées. L'escargot de collines, de vignes, a le meilleur goût; l'époque la plus favorable pour le récolter est le commencement du printemps, avant que l'animal se soit gorgé d'herbes; cependant l'escargot d'automne est encore accepté volontiers, et les paysans le mangent en tout temps.

Les mollusques aquatiques fournissent à la consommation une infinité

de types que la population côtière peut utiliser à peu de frais, en grande abondance. Les espèces que le commerce introduit surtout dans l'intérieur appartiennent au genre moule (*Mytilus*), répandu sur toutes nos côtes, et au genre huître (*Ostrea*), qui forme des bancs sur divers points de notre littoral océanique ou méditerranéen. L'élève des huîtres est une industrie de quelque importance. C'est, toutefois, un aliment de gourmands ou de malades, rien de plus.

L'ingestion des moules et peut-être de quelques autres coquillages est parfois suivie d'accidents gastro-intestinaux, de *fièvre ortiée*, avec tuméfaction de la langue, du pharynx, des paupières. L'usage du homard, du crabe, a provoqué des accidents analogues. Il en existe des formes graves, dont une *cholériforme* et une *paralytique*, qui se termine fréquemment par la mort. A l'égard de l'agent qui a manifesté, dans ces cas, des propriétés toxiques, quelques-uns ont fait une théorie basée sur ce fait, que les moules ont été parfois détachées des flancs de navires à armatures de cuivre; il est certain que cette explication ne peut servir que pour un petit nombre de cas. A la suite des empoisonnements par les moules, observés à Wilhelmshaven, en 1885, Virchow, Lohmeyer, aidés de Wolff, Schultze, reconnurent que l'espèce toxique était bien *Mytilus edulis*, mais que les individus étaient malades. Salkowski démontra, chez ces mollusques, l'existence d'un poison chimique, et Brieger en isola la *mytilotoxine*. Cette base, analogue aux alcaloïdes, se forme essentiellement dans le foie de la moule, suivant Dutertre (de Boulogne), à la suite d'un trouble pathologique de la nutrition de cet organe.

Les coquillages doivent être non seulement frais, mais vivants au moment où l'on va s'en servir; quelques-uns se mangent même tout vifs, sans préparation autre que l'addition d'un condiment. On reconnaît que le mollusque est mort à ce que ses valves sont entr'ouvertes ou se laissent ouvrir sans résistance.

9° *Les viandes de hasard.* — Il n'est guère d'espèce animale qui échappe à la dent de l'homme. Dans le cas d'extrême nécessité, il ne recule même pas devant la chair de son semblable. D'autres fois, c'est une simple excentricité dans les goûts, accompagnée d'une forte dose de témérité, qui le pousse à se constituer un festin bizarre, dont cette bizarrerie même est le principal attrait.

Nous savons ce qui s'est passé dans les famines, les longs sièges de villes, les naufrages; les chiens, les chats, les rats, les souris, les animaux de ménagerie, y compris les carnassiers, tout est dévoré lorsque les ressources ordinaires sont épuisées. A la campagne, les villageois pauvres mangent volontiers le renard, le blaireau, la fouine, le hérisson, dédaignés des chasseurs; ils ne répugnent point à la chair du corbeau, du geai, du hibou, oiseaux carnassiers dont les habitudes alimentaires peu délicates rappellent des scènes dégoûtantes; ils prennent, dans les nids, les petits des oiseaux à peine recouverts de poils follets et les accommodent avec bonheur. En garnison, le soldat maraudeur triomphe de pouvoir partager avec ses camarades une gibelotte de chat, qui fait diversion à la monotonie du bouilli administratif; en expédition, il n'y a pas de limite aux hardiesses culi-

naires; nos soldats, au Mexique et au Tonkin, ont fréquemment mangé du serpent. Sans aller aussi loin, c'est un bruit vulgaire que les petits restaurateurs de Paris servent volontiers à leurs clients du civet de chat.

La puissance de l'estomac humain est grande, et il ne lui est point impossible de tirer parti des aliments les plus médiocres, pourvu qu'ils ne soient pas positivement nuisibles. Or, c'est le cas de la plupart des viandes qui viennent d'être nommées, plus ou moins riches, dificilement assimilables en raison de leur résistance aux sucs digestifs, de leur saveur nulle ou défavorable, mais exemptes de propriétés délétères, sans en excepter la chair des serpents, peut-être même de ceux qui sont venimeux, si l'on a soin d'en rejeter la tête, où se logent les glandes à venin. Une condition élève le rendement nutritif de ces viandes : c'est que le consommateur a surmonté la répugnance qu'elles inspirent naturellement, ou même, par inconscience, ne l'a point ressentie.

Néanmoins il se peut que ces repas étranges ne soient inoffensifs que parce qu'ils ne se répètent guère. Dans le cas contraire, celui des famines, par exemples, où ils deviennent obligatoires, ils ne tardent pas à montrer leur infériorité et leur aptitude à fatiguer les voies digestives. Les premiers accidents observés chez les affamés ne sont pas des phénomènes d'inanition, mais des troubles digestifs, de la diarrhée, une sorte d'intoxication putride, dus à des écarts alimentaires invraisemblables. Cette situation se prête merveilleusement à recevoir le *typhus* « famélique. » Mais il n'y a pas à argumenter les foules qui se sentent mourir de faim.

Bibliographie. — Voit : *Untersuchung der Kost in einigen öffentlichen Anstalten*, München, 1877. — Wiel (J.) : *Diätetisches Kochbuch*, Freiburg, 1877. — Gubler (Ad.) : *Recherches à faire sur les conditions causales de la dégénérescence crétacée des artères* (Annal. d'hyg., 2e série, XLVIII, 1877). — Ranke (H.) : *Ueber die Kost der italienischer Ziegelarbeiter* (Zeitschr. f. Biologie, XIII, 1877). — Huber (C.) und Butter : *Die Massenerkrankung in Wurzen im Juli* 1877 (Archiv der Heilkunde, XIX, 1877). — Walder : *Ueber die Typhusepidemie von Kloten* (Berlin. Klin. Wochenschrift, nos 39-40, 1878). — Wyss (O.) : *Die Typhusepidemie von Kloten* (Blätter f. Gesundheitspflege, 13-17, 1878). — Huguenin : *Ueber die Typhusepidemie in Kloten* (Schweiz. Correspond. Blatt., 1879). — Meinert (C.-A.) : *Armee-und Volksernährung*, Berlin, 1880. — Couty : *L'alimentation au Brésil* (Rev. d'hyg., III, 1881). — Lux (E.) : *De l'alimentation rationnelle et pratique des armées*, Paris, 1881. — Rubner (Max) : *Ueber die Ausnützung der Erbsen im Darmkanale der Menschen* (Zeischr. f. Biologie, XVI, p. 119, 1881). — Chatin (J.) : *Sur la présence de trichines dans le tissu adipeux* (Acad. scienc., p. 737, 1er semestre, 1881). — Flinzer : *Die Massenerkrankungen in Chemnitz und Umgegend am* 22 *und* 23 *Juli* 1879 (Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medicin und öff. Sanitätswesen, XXXIV, p. 254, 1881). — Nieriker (P.) : *Die Fleischvergiftung in Spreitenbach* (Schweiz. Corresp. Blatt., XI, p. 642, 1881). — Bollinger (O.) : *Ueber Fleischvergiftung, intestinale Sepsis und Abdominaltyphus* (Bayer. ärtzlich. Intell. Blatt, XXVIII, p. 157, 1881). — Arnould (J.) : *Les échinocoques de l'homme et les ténias du chien* (Annal. d'hyg., VI, p. 305, 1881). — Husson (C.) : *L'alimentation animale. La viande*, Paris, 1882. — Forster (J.) : *Ernährung und Nahrungsmittel* (Handb. der Hygiene und der Gewerbekrankheiten von Pettenkofer und Ziemssen. Leipzig, 1882). — Colin (G.) : *Sur les trichines dans les salaisons* (Acad. scienc., 27 mars 1882). — Bouley (H.) et Gibier (P.) : *De l'action des basses températures sur la vitalité des trichines contenues dans les viandes* (Acad. des scienc., 26 juin 1882). — Vallin (E.) : *Les trichines devant le Sénat* (Rev. d'hyg., IV, p. 545, 1882). — Duclaux : *Digestion des matières grasses et cellulosiques* (Acad. des scienc., 3 avril 1882). — Chatin : *Propriétés hygiéniques et économiques du maïs* (Acad. des scienc., 24 avri 1882). — Regnard (P.) : *Recherches sur les résultats de l'alimentation azotée chez le herbivores* (Soc. biologie, p. 405, 1882). — Stutzer : *Die Bestandtheile der wichtigsten Nahrungsmittel für Kranke und Kinder, und zur Ernährung empfohlener Geheimmittel* (Centr. blatt f. allgem. Gesundheitspflege, p. 179, 1882). — Redon (H.) : *Recherches sur les tænias de l'homme. Une nouvelle espèce de tænia en Algérie* (Archives de méd. milit., II, p. 181, 1883). — Scheube (B.) : *Die Nahrung der Japaner* (Archiv f. Hygiene, I, p. 352, 1883). — Chatin (J.) : *La trichine et la trichinose*, Paris, 1883. — Brouardel (P.) : *L'épidémie de trichichinose d'Emersleben en* 1883 (Annal. d'hyg., XI, p. 121, 1884). — Grau-

CHER : *Épidémie de trichinose d'Emersleben* (Ann. d'hyg., XI, p. 143, 1884). — VIRCHOW (R.) : *Contribution à l'histoire de la trichinose chez les porcs américains* (Rev. d'hyg., VI, p. 296, 1884). — POUCHET (G.) : *L'innocuité des viandes trichinées d'Amérique* (Rev. scientif., mars 1884). — UFFELMANN (J.) : *Spectroscopisch-hygienischen Studien* (Archiv f. Hygiene, I, p. 463 et II, p. 195, 1884). — VALLIN (E.) : *La viande et le lait des animaux tuberculeux* (Rev. d'hyg., VI, p. 265, 1884). — DU MÊME : *Le danger de l'alimentation avec la viande et le lait des animaux tuberculeux* (Rev. d'hyg., VI, p. 737, 1884). — DARNET : *Note sur un cas d'empoisonnement par du confit de dinde avarié* (Revue sanitaire de Bordeaux, 10 janvier 1884). — DUCLAUX : *Sur la valeur alimentaire comparée des diverses substances hydro-carbonées* (Soc. biologie, 1885). — FRÆNKEL (A.) : *Origine des graisses dans l'organisme* (Semaine médic., p. 152, 1885). — TROISIER : *De la ladrerie chez l'homme* (Semaine médic., p. 103, 1885). — HAHN (L.) : *Le Bothriocéphale : son développement, ses migrations, sa distribution géographique et sa prophylaxie* (Gaz. hebdomad. de méd. et de chir., p. 450, 1885). — SÉE (G.) : *De l'obésité* (Acad. méd., septemb.-octob., 1885). — VIRCHOW (R.) : *Ueber die Vergiftungen durch Miesmuscheln in Wilhelmshaven* (Berlin. Klin. Wochenschrift, XXII, p. 781, 1885). — BRIEGER (L.) : *Ueber basische Producte in der Miesmuschel* (D. medic. Wochenschr, XI, p. 907, 1885). — MEINERT (C.-A.) : *Ueber Massen-Ernährung*, Berlin, 1885. — NOCARD : *Recherches sur l'inoculabilité du suc musculaire et du lait cru des vaches tuberculeuses* (Rec. de méd. vétér., p. 49, 1885). — DU MÊME : *Contagiosité de la tuberculose. Infection d'une basse-cour par un homme phtisique* (Rec. de méd. vétér., p. 92, 1885). — DU MÊME : *Transmission de la tuberculose de l'homme à la volaille et aux chiens* (Rec. de méd. vétér., p. 98, 1885). — DU MÊME : *Transmission de la tuberculose de l'homme aux poules* (Rec. de méd. vétér., 15 octobre 1885). — LAMALLERYE : *De la contagion de la tuberculose par la poule* (Gaz. médic., p. 376, 1886). — ROBIN (A.) : *De l'influence des boissons dans la nutrition et dans le traitement de l'obésité* (Gaz. hebdomad., p. 74, 1886). — SPÄTH (F.) : *Welche Temperaturen sind beim Genusse warmer Speisen und Getränke zulässig und zuträglich, und worin besteht die Schädigung durch zu heisse Ingesta* (Archiv f. Hyg., IV, p. 68, 1886). — RICHARD (E.) : *Importation des viandes de porc de provenance américaine. Mode d'inspection*, etc. (Trav. du Comité consultatif d'hygiène publ. de France, XVI, p. 279, 1887). — ALIX : *La ladrerie des bêtes bovines et le ténia inerme de l'homme*, Paris, 1887. — DUTERTRE (Ém.) : *De l'empoisonnement par les moules*, Boulogne-sur-Mer, 1887. — ZSCHOKKE : *Le Bothriocéphale large à Genève* (Bull. médic., p. 523, 1887). — FLINZER. *Beiträge zur Lehre von der Fleischvergiftung* (Vierteljahrsschr. f. gerichtliche Medic. und öff. Sanitätswesen, p. 105, 1887). — PROUST (A.) : *Des épidémies de fièvre typhoïde provoquées par l'ingestion de la viande d'animaux malades* (Bull. médic., II, p. 779, 1888). — NOCARD, ARLOING, BAILLET. BUTEL, etc. : *Des dangers auxquels exposent la viande et le lait des animaux tuberculeux* (Congrès pour l'étude de la tuberculose, Paris, 25-31 juillet 1888).

Le lait. — Produit de sécrétion de la femelle des mammifères, à l'époque de la parturition, le lait est, pour l'hygiène alimentaire, une solution aqueuse de *caséine* (albuminoïde), de *sucre de lait* et de divers *sels*, tenant en suspension (émulsion) des gouttelettes de *graisse*. Le tout, dans les proportions qui le rendent absolument propre à la nourriture du *petit* des mammifères et en font, pour ce cas spécial, un aliment complet, mais qui ne sont pas dans un équilibre convenable pour suffire à l'individu adulte, au moins dans notre atmosphère et hors le cas de maladie, des organes digestifs surtout. Il y a, dit-on, des peuples qui vivent exclusivement de lait ; et l'on cite les Arabes, les Kurdes, les paysans de Suède et de Norvège. La vérité est que ces groupes vivent surtout de *laitage*, mais y ajoutent quelques féculents ; et puis, dans les préparations qu'on entend par laitage, il y a le fromage, qui a éliminé la plus grande partie de l'eau et concentré la matière albuminoïde.

Le lait des animaux, comme tel et dans nos sociétés civilisées, entre pour une part notable dans l'alimentation des adultes ; mais l'on sait que la mère, dans notre espèce, où tant de circonstances font dévier l'ordre

institué par la nature, ne peut toujours nourrir de son lait le *petit* humain, dans le temps où il est incapable de recevoir un autre aliment que le lait. Elle a donc recours à une autre femme en état de lactation, ou même au lait d'une femelle d'animal, qu'elle présente à son enfant par quelqu'un des procédés de l'allaitement artificiel. Il résulte de cette destination toute spéciale que le lait a droit à la sollicitude de l'hygiène, non seulement comme tout autre aliment de première importance, mais encore et surtout parce qu'il est parfois l'aliment nécessaire et sans suppléance possible d'une portion considérable du groupe sur qui reposent les chances du mouvement démographique.

Caractères physiques. — Le lait est un liquide d'un blanc mat, avec une nuance paille chez la vache, blanc bleuâtre chez la femme; opaque chez toutes deux. Quand le lait de vache tourne au bleu, il y a des chances qu'il soit coupé d'eau; dans le même cas, l'opacité diminue, puisqu'elle est due à l'abondance de globules gras. L'odeur du lait est *sui generis*, agréable, ne révélant rien de l'animal dont il provient, si l'on a eu soin, avant la traite, de nettoyer exactement les trayons; pourtant le lait de chèvre a le fumet accentué et fade. La saveur en est extrêmement douce ; celle du lait de femme plus encore que celle du lait de vache. La réaction du premier est neutre ou alcaline, celle du second souvent acide, habituellement neutre, rarement alcaline (réaction *amphotère*, dit Soxhlet). La pesanteur spécifique du lait de femme est moyennement de 1,030; celle du lait de vache au moins aussi élevée; 1,030 à 1,032 ou 1,033 (Engelhard, Goppelsröder, Ch. Girard, Quesneville).

Le lait fourni dès les premiers moments de la lactation, aussitôt après la délivrance, est nettement jaunâtre, un peu transparent et jouit de propriétés laxatives : c'est le *colostrum*.

Sous le microscope, la gouttelette de lait apparaît comme un amas de globules de taille inégale, variant de 1 à 20 millièmes de millimètre de diamètre, à contours nets et très réfringents , comme des corpuscules graisseux, sans nucléole. Ce n'est pas autre chose, en effet, que de la graisse et, en cette qualité, Soxhlet a raison de les considérer comme étant sans membrane d'enveloppe, contrairement à l'opinion ancienne. Le lait coupé d'eau ne présente que des globules clairsemés. Le colostrum a des corpuscules volumineux, formés de l'assemblage de plusieurs granulations graisseuses, avec des cellules épithéliales ou leurs débris. Il est facile de reconnaître, au milieu des globules du lait, les globules (vrais, ceux-là) du sang ou du pus, qui ont une enveloppe et des noyaux ou du protoplasma.

Caractères chimiques. — L'élément le plus abondant du lait est l'eau, qui oscille entre 80 et 90 p. 100, selon les espèces. Les substances azotées sont représentées par la *caséine* et l'*albumine;* la première ne serait pas à proprement parler dissoute dans le lait, mais dans un état de gonflement extrême, suivant Hoppe-Seyler et Hammerstein; elle diffère de la seconde en ce qu'elle ne se coagule qu'entre 130 et 150° dans des tubes scellés hermétiquement. Hoppe-Seyler y a trouvé la *nucléine*, qui n'existe jamais dans l'albumine. D'ailleurs elle est identique dans toutes les espèces de lait et

renferme : carbone 53,5; hydrogène 7,1 et azote 15,9 (total 100). L'action de la pepsine la dédouble en deux corps dont l'un, le moins abondant, est regardé par Kirchner comme une peptone; Bouchardat l'appelle *galactine* et le range aussi dans l'albuminose. Millon le désignait sous le nom de *lactoprotéine*. L'autre corps azoté, l'albumine, reste dans le lait quand on en a séparé la caséine par la pepsine ou les acides; cette albumine, qui ne précipite pas par la chaleur seule ni par les acides seuls, mais par l'action simultanée de ces deux agents, ne ressemble pas à l'albumine du sérum sanguin. L'albumine véritable, celle du sang, n'est probablement qu'en très petites proportions dans le lait (Hoppe-Seyler). La caséine du lait de vache diffère chimiquement de celle du lait de femme et surtout au point de vue de la digestibilité; elle se coagule, en effet, dans l'estomac des nourrissons en une masse difficilement soluble et accessible aux fermentations (Simon, Biedert, Forster).

Les substances non azotées sont le *sucre* et la *graisse*. La graisse du lait est composée chimiquement de tristéarine, de tripalmitine, de trioléine et d'acides gras volatils; elle fond entre 31 et 33°. Le *sucre de lait* (*lactose*), soluble dans 6 parties d'eau froide ou 2,5 d'eau bouillante, reste dans le sérum du lait après l'écrémage; si l'on sépare l'albumine du sérum, que l'on filtre et évapore, on l'obtient en totalité. Il fermente rapidement sous l'action du ferment lactique et se dédouble en alcool et en mannite.

Les *sels* du lait consistent principalement en phosphates et chlorures de potasse, de soude, de chaux; la provenance du lait n'imprime que peu de variations à leur proportion.

Il faut ajouter que le lait de vache frais renferme de 7,4 à 7,6 p. 100 d'acide carbonique, que Pflüger a pu extraire par aspiration.

Dans un litre de lait de vache, il y a 10 grammes d'azote et 125 grammes de carbone.

Au surplus, la constitution chimique du lait, quant aux proportions de ses éléments, varie avec les espèces, comme l'ont démontré les analyses de Payen, Bouchardat et Quévenne, Christian Müller, Bolley, Gerber, etc. Le tableau ci-dessous, emprunté à L. Hirt, indique les principales différences :

Composition pour 100 *de différents laits.*

Lait.	Eau.	Caséine.	Albumine.	Graisse.	Sucre de lait.	Sels.
Femme.....	87,09	0,63	2,35	3,90	6,04	0,49
		2,48				
Vache......	87,41	3,01	0,75	3,66	4,82	0,70
		3,41				
Brebis......	81,63	4,09	1,42	5,83	4,86	0,73
		6,95				
Anesse.....	90,04	0,60	1,55	1,39	6,25	0,31
		2,01				
Cavale.	90,71	1,24	0,75	1,17	5,70	0,37
		2,05				
Chèvre.....	86,91	2,87	1,19	4,09	4,45	0,86
		3,69				

Les chiffres reproduits ici ne se rencontrent pas les mêmes chez tous les auteurs; mais les différences qu'ils indiquent restent de même sens; on y voit toujours cette particularité de grand intérêt, que le lait de femme est moins riche que le lait de vache en principes azotés, mais plus riche en sucre ; et qu'à ce double point de vue le lait de la cavale et de l'ânesse se rapproche bien plus du lait humain que celui des ruminants. Il ne serait donc pas ridicule que l'on songeât à employer, comme succédané du lait de femme, celui de l'ânesse ou de la jument, s'il était possible de prolonger et d'utiliser la période de lactation de ces animaux, comme on le fait si facilement des vaches.

Il serait imprudent de donner des chiffres qui prétendent représenter la constitution moyenne du lait de vache, le plus important de tous les laits après le lait de femme et le suppléant souvent. Nous préférons reproduire un certain nombre d'anaylses.

Lait de vache (composition pour 100 parties).

ÉLÉMENTS CONSTITUANTS.	AUTEURS.									
	FLEISCHMANN.	GORUP-BESANEZ.	C. MÜLLER.	GERBER.	VERNOIS ET BECQUEREL.	QUÉVENNE.	VOIT.	KÖNIG.	FORSTER. Été.	FORSTER. Hiver.
Eau	87,25	85,70	86.46	86,23	86,41	89,81	87,10	87,40	89,40	86,20
Matières solides	12,75	14,30	13,54	13,77	13,59	»	12,90	12,60	10,60	13,80
Matières albuminoïdes.	3,90	5,40	4,93	3,70	5,51	3,68	4,10	3,30	2,80	3,40
Graisse	3,50	4,30	4,33	4,51	3,61	3,43	3,90	3,70	2,80	3,10
Sucre de lait	4,60	4,04	3,52	4,93	3,80	6,03	4,20	4,90	4,30	4,30
Cendres	0,75	0,55	0,73	0,61	0,65	»	0,73	0,70	0,70	0,72

Dans une même espèce, diverses circonstances influent sur la constitution chimique du lait, principalement sur les proportions de graisse.

Ainsi, la *race* des animaux. Vernois et Becquerel, comparant le lait de seize vaches différentes, ont constaté que la proportion d'eau variant de 803 à 883 p. 1000, celle de caséine variait entre 22 et 46, le beurre entre 32 et 98, le sucre entre 37 et 49. Les races les plus avantageuses pour les proportions de beurre sont : races hollandaise, Mürsthal, Oberinnthal, Belgique, Bohême, charolaise, Durham, Suisse, Voigtland, Angus, bretonne; pour la caséine : races normande, Paris ; pour le sucre : les races flamandes. La race Shorthorn, avec le même fourrage, donne un lait bien plus riche, en beurre surtout, que la race hollandaise (Ch. Girard). Une formule aujourd'hui généralement acceptée contredit quelque peu ces résultats : les races de plat pays donnent un lait plus abondant, mais plus aqueux, tandis que les races de hauteurs le fournissent plus riche en principes nutritifs. Ces dernières paraissent aussi être à peu près indemnes de tuberculose ; c'est le cas de la race grise de Schwyz ou du Righi (Léonhardt). Le lait se coagule plus ou moins vite selon les races : celui de la race frisonne plus vite que le lait des vaches de Simmenthal (Cnyrim).

Le *mode d'alimentation* retentit sur l'abondance et les qualités du lait. La raisse augmente dans le lait lorsque la nourriture donnée aux animaux

est richement azotée (G. Kühn et Fleischer); les aliments huileux poussent à l'abondance du lait, mais il est aqueux et de saveur douteuse. A l'Institut pour la cure de lait (*Milchcuranstalt*) de Francfort-s.-M., on s'est décidé pour l'alimentation sèche; une vache (du poids moyen de 550 kil.) reçoit par jour 5 kilogrammes de foin de prairie, 8^{kil},500 de jeune luzerne hachée, 3 kilogrammes de farine d'orge mondé, 2 kilogrammes de farine de froment n° V et environ 6 grammes de sel de cuisine. On écarte soigneusement les tourteaux de graines oléagineuses, les résidus de distillerie et de brasserie, la betterave et les autres racines. En principe, cependant, on admettrait l'association du fourrage vert, dans la saison, s'il était facile de l'avoir de bonne qualité dans un établissement qui, de parti pris, est installé au centre d'une ville. La raison de ce choix pour l'emplacement est uniquement l'extrême difficulté d'atteindre à un contrôle sérieux de la santé des animaux et de la pureté du lait avec les étables à la campagne; on n'a pas méconnu les dangers de l'habitation urbaine pour la santé des vaches, mais l'on s'est efforcé de les compenser par une hygiène scrupuleuse dans la construction et l'entretien des étables. L'excellence de l'habitation rurale et de la pâture en liberté, au grand air, dans les prairies à herbes fines et parfumées, reste incontestable. Le lait fourni par les vaches dans ces conditions est, à mon avis, le meilleur, quand il sort du pis de l'animal. Le danger est, qu'entre le pis de la vache et l'estomac du consommateur, il soit exposé à de coupables manipulations.

L'alimentation par les *tourteaux*, les *pulpes*, les *drèches* a paru à Ch. Girard avoir une mauvaise influence sur les qualités du lait. Offrir aux vaches une nourriture très aqueuse, ou simplement une nourriture qui les pousse à boire, telle que les menues pailles, les recoupettes, les cosses de légumineuses, etc., équivaut à mettre frauduleusement de l'eau dans le lait, sauf qu'on n'opère pas dans les récipients extérieurs. E. Toussaint a confirmé, au moins en général, la fâcheuse influence, sur la santé des enfants, du lait provenant de vaches nourries de drèches. Malgré les protestations de quelques vétérinaires et les doutes légitimes formulés par Mangenot, Vallin, Leblanc, Saint-Yves Ménard, nous pensons que les premiers ne sont pas éloignés de la vérité, pourvu que l'on ne cherche pas à établir ici de relations spécifiques. Dans le département du Nord, où la plupart des laits sont au-dessous du médiocre, les ruminants consomment régulièrement une masse considérable de drèches. A vrai dire, il y a aussi des intermédiaires entre les producteurs et le consommateur.

La *durée de la période de lactation* entraîne la diminution de quantité du lait et l'augmentation proportionnelle des matières fixes; ce seraient surtout les éléments azotés qui gagneraient en abondance. Schreiner (de Triesdorf) a constaté une élévation du chiffre des substances sèches de 11 à 13 p. 100 chez la race simmenthal, de 12 à 16 p. 100 dans la race frisonne. Remarquons que, normalement, quand on s'évertue à offrir à un nourrisson le lait d'une seule et même vache, ces changements s'accomplissent au fur et à mesure que lui-même se développe.

Ce préjugé vulgaire, du lait « de la même vache », encouragé par quelques médecins, est tout ce que l'on peut imaginer de plus irrationnel, ainsi que le faisait remarquer Trousseau. Comme un seul nourrisson est loin d'épuiser la traite d'une vache, plusieurs sont inscrits à la fois pour cette « même vache », dont on leur distribue le lait par portions successives, sortant du pis. Or, Boussingault a démontré que, si l'on divise la traite en plusieurs portions, la première sortie du pis ne renferme que 1,70 p. 100 de graisse, tandis que la dernière en possède 4,08. Schübler a trouvé 4 p. 100 de crème dans la première portion et 17,5 dans la cinquième; Hofmann (de Leipzig), 1,63 p. 100 de graisse dans le premier litre et 10 p. 100 dans la dernière portion d'une même traite.

La traite du soir est plus riche en graisse que celle du matin. La même vache, sans qu'on sache pourquoi, présente des oscillations d'un jour à l'autre dans la constitution de son lait; il peut y avoir des différences journalières de 1 gramme p. 100 de graisse, selon Fleischmann, et de 0,5 des autres principes. Bien plus, Sharpless et Sturtevant ont constaté des différences considérables entre le lait des trayons antérieurs et celui des trayons postérieurs, entre ceux de droite et ceux de gauche, de même que Brunner avait trouvé une différence entre la sécrétion du sein droit et celle du sein gauche chez la femme.

Les maladies, mêmes légères, altérant rapidement le rendement lacté des femelles et la qualité du produit, il vaut encore mieux, pour les nourrissons, recevoir le lait mêlé de plusieurs vaches. Si quelqu'une d'elles est malade, la supériorité du lait des autres fera compensation. Nous ne nous contenterions pas de cette perspective, s'il s'agissait d'une vache tuberculeuse ; ici, la dilution du virus ne serait pas une garantie suffisante. Mais il ne faut pas de lait de vaches tuberculeuses, et nous dirons que, dans tous les cas, on doit faire cuire le lait destiné à être consommé sous cette forme.

Ce qui vient d'être dit de l'influence de la race, de l'alimentation et du moment permet de comprendre que la constitution du lait oscille dans de grandes limites sans que ce liquide cesse d'être légitime. Un lait *pur* peut n'être pas *bon;* c'est rare toutefois. Le moyen de juger de l'authenticité du lait ne consiste donc pas à vérifier la proportion de l'un ou de l'autre de ses éléments ; le mieux est, en général, de reconnaître le rapport qui existe entre ceux-ci.

Le lait de femme n'est pas d'une constitution plus invariable. Les principaux caractères ressortent du tableau suivant :

Lait de femme.

COMPOSITION POUR 100 PARTIES.	AUTEURS.						
	RANKE.	GORUP-BESANEZ.	BRUNNER.	GERBER.	TIDY.	DOYÈRE.	MENDÈS DE LÉON.
Eau	88,57	88,91	90,00	87,57	87,81	87,38	87,79
Matières solides	11,43	11,09	10,00	12,43	12,19	12,62	12,21
Albumine et extrait	2,81	3,92	0,63	1,95	3,52	1,64	2,53
Graisse	3,56	2,67	1,73	3,59	4,02	3,80	3,89
Sucre de lait	4,81	4,36	6,23	6,64	4,26	7,00	5,54
Cendres	0,24	0,14	1,41	0,22	0,28	0,18	0,25

Ce qui ressort de la comparaison de ce tableau avec le précédent, c'est d'abord que le lait de femme est plus riche en sucre que celui de vache ; c'est là un fait évident, reconnu par tous et dont nous aurons à tirer les conséquences. Puis le lait de femme renferme moins d'albuminoïdes que celui de vache, et la proportion de graisse y dépasse plus nettement celle des albuminoïdes. Considérant cette richesse du lait de vache en caséine, connaissant la difficile digestibilité de cette caséine, et ayant, d'autre part, constaté une perte sérieuse de ce principe dans les selles de quelques enfants mis au lait de vache, Biedert déclare que ce lait renferme trop d'albumine et pas assez de graisse. Jacobi, par contre, affirme qu'il a trop de graisse, parce que, même avec le lait maternel, l'enfant perd beaucoup de graisse dans les selles, et Zülzer pense qu'il n'y a pas assez d'albuminoïdes, puisque le rapport des substances non azotées aux principes azotés y est visiblement plus élevé que dans le lait de femme.

On peut voir aussi que la proportion de matières minérales est trois fois moindre dans le lait de femme. F.-A. Schmidt fait remarquer que la graisse elle-même y est en gouttelettes plus fines que dans le lait de vache.

Le point important pour Cnyrim de (Francfort) est que les auteurs, presque unanimement, reconnaissent que le rapport de la graisse aux albuminoïdes est beaucoup plus grand dans le lait de femme que dans celui de vache. Pour 100 *d'albuminoïdes*, la moyenne des analyses donne 158 *de graisse* dans le lait de femme et seulement 98 dans le lait de vache. Donc, *plus un lait de vache est riche en graisse*, *plus il se rapproche du lait de femme.*

Ceci n'emporte nullement, d'ailleurs, une assimilation complète. Le lait de vache n'est jamais aussi facilement digéré par les nourrissons que le lait maternel ; l'expérience vulgaire, ainsi que les observations de Camerer et de Vierordt, prouvent qu'une forte part des principes alimentaires du lait de vache passe inutilisée dans les selles ; d'où cette conséquence très connue, que l'enfant élevé au biberon boit beaucoup plus de lait qu'il n'en prendrait au sein de la femme.

En général, on étend d'eau de lait de vache destiné au nourrissage artificiel des enfants, et l'on ajoute un peu de sucre ordinaire. Coulier propose d'ajouter à du lait de vache *non écrémé* la moitié de son poids d'eau, 14 p. 1000 de crème et 15 p. 1000 de sucre. J'ai émis ailleurs le vœu que l'addition de crème fût au moins doublée. Fr. Raspe demande que le sucre ajouté au lait du biberon soit du *sucre de lait* et non du sucre de canne. Il en faut de 25 à 30 grammes par jour dans la première semaine, 60 à 65 grammes de deux à vingt-cinq semaines, 55 à 38 grammes de vingt-six à trente-six semaines. Ce qui a été dit plus haut (page 861) permet de regarder cette formule comme tout à fait physiologique.

Modifications spontanées du lait. — Abandonné à l'air, le lait se recouvre rapidement d'une couche plus ou moins épaisse de *crème*. C'est la graisse qui se sépare et *monte* en vertu de sa moindre pesanteur spécifique. Le phénomène commence en quelques heures ; la traite du soir est déjà munie d'une mince couche de crème le lendemain matin : les fermiers l'enlèvent

pour pouvoir vendre ce lait, mêlé à celui du jour, et pour en faire du beurre ; ils allèguent alors, avec une apparence de raison, qu'ils ont bien été obligés d'écrémer leur lait, pour lui conserver la fluidité que le client réclame. Lorsqu'on a laissé monter toute la crème, elle est employée à la fabrication du beurre.

Le phénomène qui suit naturellement, et de près, la montée de la crème, est la *coagulation* du lait. La matière albuminoïde subit alors la précipitation ordinaire ; ici elle a lieu sous l'influence de l'*acide lactique* dans lequel se convertit peu à peu le sucre de lait. Le *ferment lactique* de Pasteur (*Bacillus acidi lactici* de Hueppe) et, certainement, encore d'autres ferments de l'air sont eux-mêmes l'agent de transformation de la *lactose*. Quand on ajoute à du lait frais du ferment peptique (*présure*), la coagulation a lieu avec une telle énergie, que les albuminoïdes emprisonnent la matière grasse. C'est le résultat de cette coagulation qui est employé à faire les bons fromages (fromages *gras*); tandis que le caséum, séparé spontanément et ne renfermant presque pas de crème, ne peut servir qu'à fabriquer des fromages secs.

La transformation de la lactose en acide lactique s'arrête quand il y a de 0,2 à 0,3 p. 100 d'acide dans la masse. L'addition de bicarbonate de soude neutralise l'acide et empêche la coagulation, mais non point la fermentation du sucre ; c'est le contraire.

La coagulation du lait frais n'a point lieu par la chaleur. Le lait altéré, et surtout *mouillé*, « tourne », c'est-à-dire se prend en grumeaux par la coction. C'est, assez communément, un signe qu'il y a eu fraude. Les vendeurs de lait mouillé recommandent au client de le faire bouillir sitôt reçu. Ils savent que les ferments de l'eau ajoutée ne tarderont pas à avoir produit l'acide lactique qui provoque la coagulation. Goppelsröder dit, avec raison, que le lait de bonne qualité n'a pas besoin de cette précaution si immédiate.

Le lait cuit est identique au lait cru, sauf un peu moins d'arome et, selon Hueppe, une coagulation de la caséine en fins flocons, qui le rend d'une digestion difficile.

Après la coagulation spontanée du lait, il reste un liquide riche en sels et en sucre, peu nutritif et légèrement acide. C'est le *petit-lait*, *sérum* ou *lacto-serum* (Quesneville) qui peut servir de tisane rafraîchissante et dont on fait le *koumyss* et le *kéfir* (Krannhals). Ces boissons se préparent, du reste, aussi avec le lait complet et n'en sont que meilleures.

La crème, par l'agitation à la main ou avec la baratte, est séparée en deux produits : le *beurre*, c'est-à-dire la graisse du lait, et le *lait de beurre* (lait battu, en Flandre), liquide blanc bleuâtre, aigrelet, renfermant un peu de graisse dans du sérum et surtout des albuminoïdes que la crème a entraînés, ce qui lui confère quelques propriétés nutritives. 1000 parties de crème représentent environ 372 de beurre ; pour l'un et l'autre, il faut environ 10 litres de lait.

Falsifications du lait. — On a parlé de falsifications étranges, de lait fait de toutes pièces avec de l'eau, de la bouillie de cervelle de cheval et du

sucre. Si ces tentatives monstrueuses ont jamais été accomplies, elles ont dû être des plus faciles à apprécier, et il est douteux que le commerce malhonnête se donne la peine d'exécuter des opérations qui seraient un tour de force imprudent, alors qu'il est si facile de se procurer un gain illicite et considérable à l'aide d'une soustraction que la nature même invite presque à accomplir.

Les deux seules falsifications que l'on pratique aujourd'hui sont le *mouillage* et l'*écrémage*, séparément ou ensemble. A vrai dire, l'écrémage, qui rend le lait trop dense, appelle le mouillage pour ramener le liquide aux environs de sa densité normale ; et le mouillage sollicite l'emploi des fécules par besoin d'épaissir le lait, de substances colorantes jaunes, en vue de masquer la teinte bleue du lait aqueux, de bicarbonate de soude pour prévenir la coagulation hâtive du lait sophistiqué.

L'opération commence chez le fermier qui, comme il a été dit, ne trouve rien de plus naturel que d'enlever, le matin, la crème formée sur la traite de la veille au soir ; elle se continue chez le *collectionneur* qui va chercher le lait à la campagne chez les divers éleveurs ; elle reçoit son complément chez le laitier de la ville, qui distribue à domicile ou dans sa boutique cette denrée trop complaisante. « Récolte à la campagne, dit Blachez, d'un lait souvent additionné d'eau dès sa première étape ; mélange de tous ces laits dans de vastes bassines où ils sont chauffés et plus ou moins altérés ; nouvelle mise en pots, voyages, transbordements multiples ; nouveaux traitements dans les laiteries », telle est la triste odyssée de la plupart des laits consommés dans les villes par les pauvres gens et même d'autres. Le lait a l'air d'être le moins cher des aliments, et son prix n'augmente pas avec celui des autres denrées alimentaires. Un litre de lait vaut certainement plus des 20 à 25 centimes qu'on le paye dans les rues de Lille ; on assure même qu'à 30 centimes le litre, les nourrisseurs y perdent, s'ils ne trouvent pas moyen d'en vendre de 12 à 16 litres par vache et par jour. Lorsque l'on ne parvient pas à obtenir ce rendement par l'alimentation aqueuse, on l'a par un procédé plus simple, et le public paye cher sa naïveté.

Il est fâcheux toujours et pour tout le monde de recevoir une substance alimentaire dégradée et ne renfermant point les principes nourriciers sur lesquels on devrait pouvoir compter. Mais la situation prend ici un caractère particulier de gravité par ce fait que le lait est donné à une foule de petits enfants et leur est indispensable. Nous verrons, d'ailleurs, que le mouillage du lait, soit par des procédés d'élevage, soit par l'introduction directe de l'eau, peut contribuer puissamment à faire du lait le véhicule de germes pathogènes redoutables.

Expertise du lait. — Les falsifications du lait, quand elles ont lieu *par soustraction* (écrémage), n'introduisent dans cette substance rien d'étranger qui puisse être reconnu par les réactifs ; elles ne font même que provoquer artificiellement une pauvreté qui pourrait être physiologique. Lorsque le fraudeur y ajoute quelque chose, c'est de l'eau ; c'est-à-dire un élément qui s'y trouve déjà et dont il ne fait ainsi qu'élever la proportion ; si l'eau est pure, il n'y a pas à tenter de la distinguer d'avec l'eau normale.

De là des difficultés et un caractère particulier de l'expertise du lait. Indépendamment de la consultation des sens, dont nous parlerons d'abord, les recherches à faire ne peuvent avoir pour but que l'une des deux consta-

tations suivantes : ou bien celle de l'existence, dans le lait examiné, d'une proportion de quelqu'un de ses éléments ou de tous, convenue d'avance, comme un *minimum ;* — ou bien, celle d'un rapport entre ses éléments qui ne saurait être troublé que par la soustraction ou la dilution artificielle de l'un d'eux.

On a fixé, par exemple, le minimum de graisse à 3 p. 100 à Paris, à 2,8 en Allemagne (Wiel et Gnehm), à 2,5 en Angleterre (Heusner) ; le minimum de matières sèches, à 11 p. 100 en France, 11,5 en Angleterre, 10,5 en Allemagne ; la densité ne doit pas sortir des limites 1,030 et 1,034 ou, plus brièvement, 30 et 34. Ces *minima*, pourtant, et ces limites ne peuvent être que des bases morales. On se souviendra, d'ailleurs, que les fraudeurs les connaissent, savent ne pas les dépasser et manient eux-mêmes très habilement les instruments divers, inventés pour contrôler leur marchandise. Les *pèse-lait*, entre leurs mains, ont souvent protégé l'écrémage et le mouillage.

a. Il ne faut jamais manquer de passer le lait à l'épreuve des sens, la vue, l'odorat et le goût.

Le bon lait est blanc mat, parfumé, onctueux, savoureux, opaque, de réaction alcaline ou neutre. Donc, on se défiera du lait à réaction acide, bleuâtre, dont une goutte, versée sur une assiette ou même sur l'ongle du pouce (*Nagelprobe*), s'étale au lieu de rester arrondie ; qui ne donne pas entre les doigts la sensation d'onctuosité de la graisse ; qui, versé goutte à goutte sur l'eau, s'y diffuse, surnage au lieu de plonger. Quelqu'un d'expérimenté peut obtenir de sérieux renseignements de la dégustation.

b. Un certain nombre d'instruments, que l'on pourrait tous appeler *lactodensimètres*, donnent la densité du lait en se fondant sur le même principe que les aréomètres. Mais c'est à tort que l'on fait correspondre telle ou telle de leurs divisions à l'état de pureté du lait de tel ou tel degré de coupage ; ils sont absolument incapables de déceler le rapport entre la pesanteur du lait et ses qualités réelles. Ils ne disent la vérité que dans le laboratoire.

A l'instrument le plus ancien, le *galactomètre* de Cadet (de Vaux), en métal, ont succédé les pèse-lait en verre de Chevallier, de Dorffel, de Greiner. Nous décrirons seulement le *lactodensimètre de Quévenne et Bouchardat* (habituellement dit de Quévenne), employé en France, en Belgique, en Suisse et dans l'Allemagne du Sud. Comme l'appareil (fig. 223) a été gradué pour une température de 15°, le liquide dans lequel on le plonge doit être amené et maintenu à cette température, ce qui est difficile, ou bien il faut faire les corrections indiquées dans les tables dressées par les auteurs, telles que celles de Christian Müller (de Berne). Ses indications ne valent, d'ailleurs, qu'autant qu'on les contrôle à l'aide de celles du crémomètre dont il sera question plus loin.

Fig. 223. — *Lactodensimètre de Quévenne.*

Le lactodensimètre de Quévenne est en verre; la tige porte trois graduations. Celle du milieu indique les densités par les chiffres 40, 35, 30, 25, 20, 15, qui signifient 1040, 1035, 1030, etc. Celle de droite marque, selon les densités, la proportion d'eau ajoutée à du lait *non écrémé;* celle de gauche, les mêmes proportions pour le lait *écrémé*.

c. Les *lactoscopes* ont pour but l'exploration optique du lait. Ils reposent sur ce principe que, plus un lait est riche en graisse, plus il est opaque. Celui que Donné (1843) présenta à l'Académie de médecine consistait en deux cylindres creux, de cuivre, concentriques, portant chacun une glace; le lait était versé dans l'espace de séparation des glaces et, à l'aide d'une vis, on rapprochait celles-ci l'une de l'autre jusqu'à ce qu'à travers la couche de lait on pût apercevoir la flamme d'une bougie située à un mètre de distance. Le degré lactoscopique, d'autant moins élevé que le lait était plus riche en crème, correspondait à un degré d'une table dressée pour cet usage. Vogel, Reischauer, Feser, Hoppe-Seyler, ont imaginé des appareils analogues et, comme on le soupçonne, tout aussi incertains.

Celui qu'a fait construire le Dr Heusner (de Barmen) consiste en deux glaces fixées à l'intérieur d'un court anneau de laiton. L'une d'elles est recouverte d'une sorte de grillage de gros traits noirs; entre les deux, il reste un espace de deux millimètres de large, divisé perpendiculairement aux lignes noires en deux moitiés, à l'aide d'une cloison transversale. Dans la moitié inférieure, on introduit du lait normal; dans la moitié supérieure, le lait à expertiser; Heusner a même supprimé le lait normal en faisant construire la moitié inférieure de la glace, à laquelle l'œil s'applique, en verre dépoli, d'une transparence identique à celle d'une couche de 2 millimètres de lait normal. Il suffit alors d'introduire le lait à expertiser par une fente ménagée sur une portion de l'anneau métallique, ce qui se fait simplement en plongeant l'appareil tout entier dans le liquide. Après quoi, l'on revêt l'anneau d'un manchon annulaire qui en ferme l'ouverture; on essuie le tout et l'on regarde le ciel par le petit instrument (fig. 224) pour reconnaître par quelle moitié les lignes noires sont le plus apparentes. Est-ce par la moitié qui renferme le lait? c'est que celui-ci est plus pauvre en crème que le type.

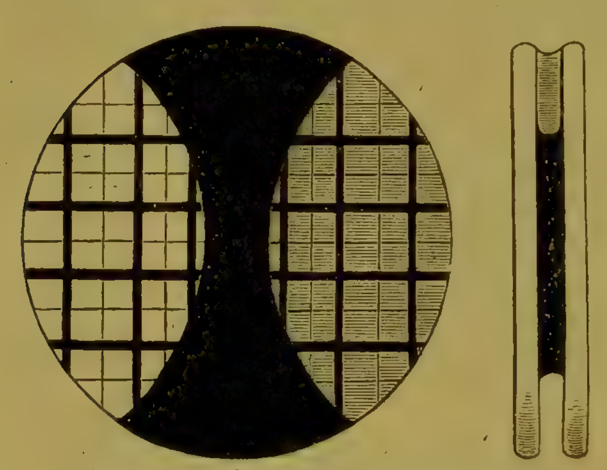


Fig. 224. — *Crémomètre du Dr Heusner.*

d. On soupçonne aisément que, par l'addition de diverses substances opaques et lourdes, les fraudeurs parviennent à rendre à du lait écrémé la densité et l'opacité qu'exigent les galactomètres et les lactoscopes. Le point important est de s'assurer que le degré obtenu et d'apparence normale est bien dû à la crème et non à un élément étranger. C'est pour ce contrôle indispensable que sont inventés les *crémomètres*, parmi lesquels celui de Chevallier (fig. 225) est le plus connu.

Cet appareil n'est autre chose qu'une éprouvette à pied de la capacité de 200 centimètres cubes environ et de 20 à 25 centimètres de hauteur, marquée d'un trait circulaire à sa partie supérieure et divisée à partir de ce trait jusqu'au bas en 100 divisions. On remplit cette éprouvette du lait à examiner, bien mélangé, jusqu'au trait marqué 100, et on le tient pendant quinze à vingt heures dans une

température de 10 à 13°. Pendant ce temps, la crème se sépare et gagne la partie supérieure du liquide, où elle occupe à partir de 100 un certain nombre de divisions qu'il n'y a plus qu'à lire. Un bon lait marque 10 à 16; au-dessous de 8, on peut être sûr que le lait a été écrémé (H. Duquesnel). Malheureusement, la crème du lait additionné d'eau monte plus aisément et occupe plus de place, étant plus fluide, que celle du lait pur. On regrette aussi la lenteur du procédé.

Goppelsröder n'emploie pas d'autre procédé d'expertise que l'usage combiné du *lactodensimètre* et du *crémomètre*. Il commence par essayer le lait tel qu'il se présente, à 15° (ou en faisant la correction), avec le lactodensimètre de Quévenne ; si l'instrument reste entre entre 1,029 et 1,034, le lait est acceptable ; plus lourd que 1,034, il a été écrémé; plus léger que 1,029, il a été étendu d'eau. — Supposons-le dans les limites ; il se peut qu'un fraudeur les ait récupérées artificiellement. On porte donc le lait dans le crémomètre, où il doit rester 24 heures, à une température approchant de 15°. Après ce temps, on note les divisions occupées par la crème, et qui sont autour de 10 sur 100 dans le bon lait ; puis l'on enlève celle-ci. Le lactodensimètre est de nouveau plongé dans le petit-lait, à 15° (ou avec correction); il doit rester entre 1,032 et 1,037 (à la rigueur 1,039). S'il enfonce jusqu'au dessus de 1,034, le lait a été mouillé; s'il n'arrive pas à plonger jusqu'à 1,037 (ou 1,039), il faut faire l'analyse du liquide pour reconnaître s'il doit cette haute densité à sa richesse normale en matières minérales ou si, au contraire, il ne s'agit pas d'une addition de substances étrangères.

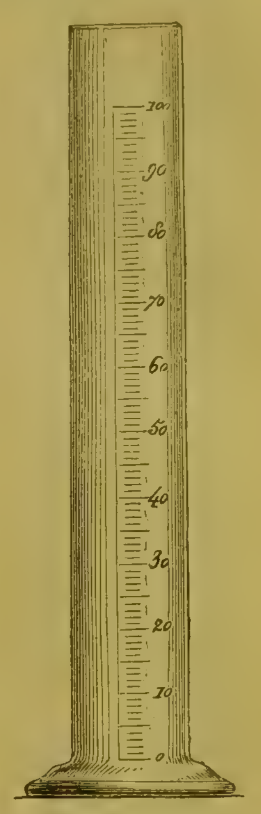


Fig. 225. — *Crémomètre de Chevallier.*

Il est clair qu'on doit regarder les altérations du lait comme d'autant plus accentuées que les chiffres obtenus s'éloignent davantage des chiffres limites en dessus et en dessous.

La cloche à lait (*Milchglocke*) de Kroker permet d'enlever à la cuiller la crème formée à la surface, qui est très large, la cloche étant renversée, et de soutirer ensuite ce qui reste. Si l'on sait le volume du lait que l'on a versé dans l'appareil, la quantité de crème est égale à la différence de ce reste d'avec le lait total.

Pour éviter les longueurs qu'entraîne l'usage de cet appareil aussi bien que celui de Chevallier, on en cherche actuellement dans lesquels on puisse utiliser l'action de la force centrifuge sur la séparation de la crème.

e. Le *lactobutyromètre* de Marchand (de Fécamp) a le mérite d'un fonctionnement très rapide. Il consiste en un tube de verre fermé à l'une de ses extrémités, long de 25 à 30 centimètres et d'un diamètre intérieur de 10 à 11 millimètres. A partir de son extrémité fermée, le tube est divisé en trois parties de 10 centimètres cubes chacune, désignées de bas en haut par les lettres L (lait), E (éther), A (alcool). Pour s'en servir, on introduit du lait à examiner exactement jusqu'au trait L ; on ajoute une ou deux gouttes d'une solution de soude caustique (lessive des savonniers). On verse alors de l'éther rectifié jusqu'au trait marqué E, on agite bien en fermant le tube avec le doigt. Enfin, l'on ajoute jusqu'en A de l'alcool à 86°, on agite encore avec soin, puis l'on place l'instrument dans un bain-marie à 40° pour permettre aux gouttelettes de beurre de se réunir. Comme le beurre est fluide à cette température, il se sépare du reste du liquide et vient former à sa partie su-

périeure une couche limpide dont on mesure la hauteur à l'aide d'une graduation portée sur le verre. Une division correspond à 2 grammes de beurre ; mais Marchand évalue à $12^{gr},6$ la quantité de cette graisse retenue par l'alcool et l'éther ; il faut donc toujours ajouter ce chiffre aux indications fournies par l'instrument. Ainsi, supposant que le beurre du lait examiné occupe trois divisions, la quantité réelle en sera $2 \times 3 + 12,6 = 18^{gr},6$. — Un lait de bonne qualité doit renfermer 30 à 35 grammes de beurre. — Salleron construit cet appareil en remplaçant la graduation du tube par un curseur en cuivre qui glisse à frottement sur le verre ; on fait affleurer la première division de ce curseur, marquée 12,6 à la partie supérieure de la couche graisseuse, et il n'y a qu'à lire la division correspondant à la limite inférieure ; — est-elle 35, c'est que le lait renferme 35 grammes de beurre par litre.

Le procédé de Marchand a été l'objet de vives critiques de la part d'Amand Adam, qui a proposé à sa place une méthode permettant de doser simultanément le beurre et la caséine. Ce procédé intéressant n'a pas prévalu.

f. On peut encore, le cas échéant, rechercher dans le lait, au moins *qualitativement*, les substances étrangères que l'eau du mouillage y a apportées ou celles que l'on y a ajoutées précisément pour dissimuler ce mouillage.

C'est ainsi que Fuchs signale, avec raison, la possibilité de reconnaître le mouillage avec l'*eau de puits* par la présence des *nitrates* dans le lait, où ces sels n'existent jamais normalement ; et que J. Uffelmann propose de rechercher, dans le même but, les *nitrates*, les *nitrites* et l'*ammoniaque*, qui, selon lui, n'existent pas dans le lait frais et pur. Il est vrai que Quesneville reproche au procédé de précipitation des albuminoïdes, employé par Uffelmann, de laisser des peptones dans le liquide.

La *farine*, l'*amidon*, la *dextrine*, se reconnaissent à la teinte bleue que provoque la teinture d'iode (1 partie dans 20 d'eau) ; les deux premières sont également constatées par l'examen microscopique (grains d'amidon).

L'*albumine* et le *jaune d'œuf* font apparaître des flocons dans le lait qui en contient, si on le soumet à la cuisson.

Les *sels de soude* (chlorure, bicarbonate, borate) se retrouvent dans les cendres, où les chlorures de soude et de potasse n'existent normalement que dans la proportion de 0,2. — On peut encore constater dans le lait, après coagulation et filtration, la présence de sels métalliques venus de son action sur des vases de plomb ou d'étain impur ou de zinc. L'hydrogène sulfuré colore les sels de plomb en noir et précipite ceux de zinc en blanc.

Altérations spontanées du lait. — Le lait peut être modifié de diverses façons fâcheuses, sans que la fraude y ait été pour rien. Ces modifications peuvent être d'ordre chimique ; plus souvent de provenance bactérienne.

Laits vénéneux, *amers*, etc. — Le lait doit parfois des qualités de cette nature à des substances médicamenteuses employées à traiter les animaux, ou à des plantes dont les vaches se sont nourries. Munk et Uffelmann soupçonnent que l'amertume est quelquefois due à une putréfaction spéciale du lait ; cette altération serait souvent la cause des *diarrhées d'été* des enfants.

Lait bleu. — Au moment du rut, les vaches donnent souvent un lait blanc bleuâtre, simplement parce qu'il est pauvre en graisse et très aqueux. D'autres fois, le *lait bleu* est entaché de la présence du *bacillus cyanogenus*.

Lait filant. — Il doit sa propriété au microcoque de la *fermentation muqueuse*, de Schmidt-Mülheim.

Lait rouge. — Quelquefois teinté par une matière colorante existant dans le fourrage ; le plus souvent mêlé de sang. Celui-ci vient d'ordinaire de la mamelle.

Laits virulents. — Le lait est exposé à l'envahissement d'une foule de microorganismes, la plupart venus du dehors. Ainsi, tous les organismes de la putréfaction vulgaire, qui arrivent avec le foin altéré ou s'abattent sur le fumier. Les vaches se couchent sur cette litière, sur leurs excréments mêmes qui la pénètrent, y traînent leur pis ; et, si les personnes qui viennent les traire ont le soin de laver exactement les trayons avant d'opérer, ce qui n'arrive pas toujours, elles ne vont certes pas jusqu'à pratiquer une réelle antisepsie. Trop souvent, elles apportent plutôt de nouveaux germes avec leurs mains. Ainsi, le lait est entaché de microorganismes dès qu'il sort du pis de la vache, sans compter ceux qu'il recevra de l'air ou qu'il contractera dans les manipulations dont il sera l'objet.

Il est bien clair qu'un grand nombre de microbes pathogènes peuvent lui arriver par un mécanisme identique et qu'il n'est pas trop nécessaire de supposer que les bacilles tuberculeux, charbonneux, aphtheux, etc., ont passé à travers les glandules de la mamelle, ce qui est difficile, pour admettre qu'on peut les trouver dans le lait. Ils y sont parvenus, le plus souvent, par les contacts de l'animal et de ses trayons avec la litière imprégnée des sécrétions muqueuses, des squames de la peau, des matières fécales, etc. D'autres fois, ils ont été apportés par les personnes qui soignent les vaches et les trayent.

Des soupçons presque analogues peuvent peser sur les *récipients* dans lesquels on dépose ou dans lesquels on transporte le lait. Le vulgaire sait combien ce liquide s'imprègne aisément des odeurs et se laisse influencer par les voisinages impurs. Il n'est guère moins susceptible vis-à-vis des germes et il est un excellent milieu nourricier pour beaucoup d'entre eux, parmi lesquels le bacille typhique (Bagenoff, Wolffhügel et Riedel). Si l'on a allongé le lait d'une eau souillée de déjections de typhoïsants, les consommateurs peuvent être victimes de quelque chose de plus qu'un vol. Il semble que des risques pareils résulteraient du lavage des vases avec l'eau supposée. Aussi ne saurait-on trop recommander les récipients à parois imperméables et inattaquables, verre, porcelaine, poterie ou grès vernissés, d'un nettoyage facile, souvent renouvelé et soigneusement exécuté. La laiterie elle-même doit être dallée, avec des murs revêtus de carreaux émaillés jusqu'à 2 mètres de hauteur, et briller de propreté.

Nous verrons plus loin que les *biberons* sont, de tous les récipients du lait, ceux auxquels s'adressent le mieux ces soupçons et auxquels ces règles doivent s'appliquer dans la plus grande rigueur.

Maladies imputables au lait. — On vient de lire quelques-unes des idées modernes relativement à l'étiologie de la diarrhée des enfants, ou *choléra infantile.* Nous sommes fort disposé à les accepter. Cependant, même sans les bacilles saprophytes ou les bacilles du lait amer, nous ne savons trop

si le lait banal et indéfiniment manipulé, qu'on vend dans les rues des grandes villes, ne suffirait pas à provoquer pour une bonne part la diarrhée des enfants et l'affection congénère que l'on désigne en France sous le nom d'*athrepsie*.

Le lait des vaches atteintes de la *cocotte* ou *maladie aphtheuse* a quelquefois déterminé, chez des enfants, une affection fébrile intense, une éruption aphtheuse et même la mort (voy. page 884).

Les faits de Chamberlent et Moussous, tendant à prouver la virulence du lait des animaux *charbonneux*, sont de simples expériences de laboratoire, qui vraisemblablement peuvent être discutées. Il ne semble pas que des accidents pareils aient jamais été observés chez l'homme, à la suite de l'ingestion du lait d'une vache charbonneuse. D'ailleurs, les vaches dans ce cas meurent vite.

La préoccupation la plus sérieuse est celle qui a trait au lait des animaux *tuberculeux*. La question est à peu près la même que celle qui a été soulevée à propos de la viande et quelques-unes des solutions indiquées alors sont valables ici. En réalité, l'infection tuberculeuse du lait est improbable et les dangers en sont nuls, *à moins qu'il n'y ait une tuberculose généralisée* chez l'animal qui l'a fourni, ainsi qu'il résulte des expériences de Ferd. May (Munich). On pourrait même dire : « à moins qu'il n'y ait des tubercules de la mamelle ». En effet, les cas dans lesquels les inoculations de May ont réussi étaient tous marqués par la présence de tubercules dans la mamelle, sauf que l'un d'eux n'en avait pas dans la moitié du pis à laquelle le lait avait été emprunté, — avec de grandes précautions d'ailleurs. Nous croyons que les glandes sont des filtres très exacts contre les microbes et nous suspectons beaucoup l'intégrité réelle de la moitié, en apparence saine, d'un pis qui a des tubercules dans l'autre moitié. Les inoculations positives de H. Martin avec le lait vendu sous les portes cochères de Paris, c'est-à-dire dont il ignorait l'origine, ne prouvent pas contre cette loi.

Il va sans dire que la majorité des membres du Congrès de la tuberculose ont condamné sans phrases le lait de provenance tuberculeuse. Il ne serait pas moins téméraire d'en déclarer l'usage inoffensif, même sous réserve de la localisation des tubercules et partout ailleurs que dans la mamelle.

En Angleterre, on observerait fréquemment la propagation de la *fièvre typhoïde* par le lait, si l'on s'en rapporte aux témoignages nombreux et répétés de W. Taylor, Edw. Ballard, Murchison, Corfield, Ernest Hart, Cameron, Kelly, Oglesby, etc. On ne distingue pas trop entre le lait lui-même, qui a pu recevoir de la vache ou de son propriétaire le bacille typhique, par le mécanisme indiqué plus haut, — et l'eau qui a lavé les récipients ou même a été ajoutée au lait avec intention (les laitiers anglais ne sont pas plus timorés que leurs collègues de France), fût-elle ensemencée de déjections de typhoïsants. C'est à tel point que la petite part de vérité qui peut être au fond de tous ces récits a fini par être noyée et que de sérieuses autorités, en France, se refusent à examiner seulement

les faits sur lesquels on cherche à faire reposer cette étiologie d'aventure.

C'est encore en Angleterre que l'on a accusé le lait de propager la scarlatine, soit de l'homme à l'homme, comme à Fallowfield (Ricklin, 1879), soit de la vache à l'homme (Power et Klein), ainsi que nous l'avons indiqué (p. 442).

PROTECTION DU LAIT. — Elle doit s'exercer d'une façon générale ou spéciale. Ce dernier mode est, à proprement parler, l'*antisepsie* ou la *désinfection*, appliquée au lait; c'est celui que nous exposerons d'abord. L'autre comprend des mesures administratives et d'économie politique, que nous réservons pour terminer ce chapitre.

1. *Protection du lait contre les microbes.* — Une des supériorités du lait de femme, c'est d'arriver à la bouche du nourrisson sans intermédiaire d'aucune sorte. Cet avantage est, assurément, énorme. Falger (1867), voulant conférer au lait de vache, au point de vue de la présence des bactéries, une partie de cette supériorité, recommandait de traire dans des vases qui seraient aussitôt fermés d'une façon hermétique et ne permettraient même pas l'accès de l'air. Le procédé n'empêcherait pas, évidemment, les bacilles tuberculeux d'être dans le lait, s'ils sortent du pis de la vache avec lui. Hesse (de Schwarzenberg), en 1886, a construit un appareil pour *stériliser* le lait par la chaleur; une fois dépouillé de tout microorganisme, on soutire le lait, au fur et à mesure des besoins, par le fond du récipient, au moyen d'un robinet hermétique ; l'air n'y pénètre pour remplacer le lait qu'en traversant une couche de ouate.

Ce procédé est peu pratique. En outre, il a des chances de porter le lait à des températures exagérées, qui peuvent nuire à ses qualités. On a cherché, en Hollande spécialement (Forster, van Geuns, Fleischmann), à appliquer au lait la « *pasteurisation* », c'est-à-dire à le chauffer seulement jusqu'à une température de 80 à 90 degrés pour le refroidir ensuite brusquement jusqu'à 10 ou 12 degrés. Il est facile d'y arriver avec l'appareil de Thiel (de Lübeck). Les observations et les expériences de van Geuns, sur les applications de cette méthode, ne lui sont pas défavorables, puisque la grande majorité des microorganismes succombent au-dessous de 100 degrés. Cependant, il y a une arrière-pensée vis-à-vis des organismes pathogènes *sporulés* et, par conséquent, la pasteurisation du lait a besoin d'être soumise encore à un contrôle prolongé.

Jusqu'à présent, en somme, ce qu'il y a de plus simple et de plus sûr, c'est de *faire cuire le lait* dans tous les cas, ainsi que le recommandent Aufrecht, J. Uffelmann, May, Vallin, et beaucoup d'autres. Aufrecht demande que l'ébullition dure environ trois minutes, c'est-à-dire, selon lui, le temps pendant lequel la plupart des ménagères ont l'habitude de faire bouillir le lait. Nous pensons qu'il vaut mieux fixer ainsi la durée de l'ébullition que de s'en rapporter à des habitudes qui sont variables. Beaucoup de cuisinières, en effet, retirent le lait du feu dès qu'il monte, pour éviter l'épouvantable odeur qu'il répand lorsqu'il a débordé sur les braises rouges. Il est donc utile de le faire bouillir encore un peu, après que l'on aura pris cette précaution et qu'il sera retombé.

Soxhlet stérilise le lait par fractions, dans de petites bouteilles de 150 à 200 grammes, dont il prépare 10 ou 12 à la fois. Ces fioles sont fermées d'un bouchon de caoutchouc percé d'un trou; on les place dans une marmite remplie d'eau, que l'on porte à l'ébullition ; quand l'air s'est échappé, on ferme le trou du bouchon au moyen d'une baguette de verre et l'on fait durer l'ébullition encore 15 ou 20 minutes. On retire les fioles; elles sont mises à refroidir et l'on a ainsi stérilisé tout le lait qu'un nourrisson peut consommer en vingt-quatre heures.

2. *Protection du lait contre la fraude.* — On dispose, contre les adultérations du lait, dans tous les pays, des prévisions légales sur les falsifications des denrées alimentaires, des moyens d'action des particuliers devant les tribunaux et de l'aide que prêtent, en cas pareil, les experts assermentés (les « *Analysts* » en Angleterre), et les *Laboratoires municipaux* d'analyse, quand ils existent. Nous y reviendrons; mais ce n'est pas suffisant. Il est nécessaire que les consommateurs cherchent à se protéger eux-mêmes.

Ils le peuvent, dans une grande mesure, en s'affranchissant par tous les moyens possibles des *intermédiaires* dans la vente du lait, dussent-ils le payer plus cher.

Le consommateur isolé ne peut y atteindre; mais il est possible de s'entendre et de s'associer, sinon pour avoir une étable, au moins pour soutenir un entrepreneur qui se trouve dans de bonnes conditions et présente des garanties. Les administrations publiques, les sociétés charitables, les bureaux de bienfaisance, etc., sont, à cet égard, des associations toutes faites. Partout, on peut favoriser les essais tentés par quelque industriel honnête, disposé à la philanthropie pourvu qu'il y arrondisse son avoir, et qui met à la disposition du public des vaches saines, nourries intelligemment, surveillées par le vétérinaire, et du lait qui parte de l'étable avec de telles garanties qu'il soit impossible d'y toucher dans le trajet jusqu'au domicile du client. Les *Instituts pour la cure du lait*, en Allemagne, ne sont pas autre chose que des entreprises privées; ils fonctionnent très bien, et la seule lacune que nous y trouvions, c'est que l'étable soit en pleine ville. Pourtant, Bourgeois (de Rouen) propose ce même système, évidemment peu favorable à la santé des vaches, quoique l'on assure que celles de l'Institut de Francfort-S.-M. sont si heureuses qu'elles n'importunent jamais les voisins de leurs beuglements.

Il existe, à Milan, une « *laiterie lombarde* » créée par une Société industrielle, qui s'est mise elle-même sous la surveillance hygiénique de la *Société italienne d'hygiène*, dont les animaux sont inspectés par un vétérinaire, les produits analysés par un chimiste, et qui a, dans Milan, un certain nombre de dépôts, où l'on distribue un lait excellent à 25 centimes le litre et 5 centimes le verre (A.-J. Martin).

La Société laitière d'Aylesbury (*Aylesbury Dairy Company*), qu'Em. Trélat avait fait connaître aux hygiénistes français avant que nous pussions en voir les produits et les modèles, à Londres, en 1884, est une puissante association, au capital de près de 4 millions de francs, qui possède, dans Londres même, sur le parcours du Metropolitan Railway, une

vaste installation à laquelle arrive le lait de 5,000 vaches, distribuées en 90 fermes. La Compagnie a un traité avec les fermiers de ces dernières. « Tout le lait envoyé doit être pur et de bonne qualité. La crème doit être conservée au lait. Il ne doit jamais être mélangé d'eau ni d'autre ingrédient, etc. » Le lait est débité en boîtes scellées. La Compagnie a ses inspecteurs qui surveillent partout ses propres distributeurs d'une façon sévère. Il y a une prime de 50 francs pour tout agent de la Compagnie qui fournira une indication permettant de reconnaître qu'une personne a altéré la qualité du lait qu'elle distribue.

A Paris, 30,000 litres de lait par jour, à 20 ou 30 centimes, ont passé par plusieurs mains ; c'est une denrée qui ne mérite aucune confiance. 15 à 20,000 litres se vendent de 30 à 50 centimes; c'est du lait des nourrisseurs de la ville et de la banlieue, mais qui a passé encore par des intermédiaires, a été écrémé, mouillé plus ou moins, bouilli, alcalinisé. Enfin, quelques vacheries de la ville ou des fermes peu éloignées fournissent, au prix de 70 centimes à 1 franc, du lait mis *en vases plombés* sur place et livré *directement* aux consommateurs, le jour même de la traite. Une foule de raisons très sérieuses expliquent et légitiment le prix élevé de ce lait. Saint-Yves Ménard estime qu'il faudrait, à Paris, 10,000 litres par jour d'un lait tel que celui-là, absolument approprié aux besoins des enfants et des malades. Il ne conseille point les *vacheries municipales* gérées par l'Administration elle-même; l'Assistance publique, autrefois, a eu ainsi une vacherie à elle, qu'elle a été obligée de supprimer. L'Administration municipale n'a qu'à s'adresser à l'industrie privée, avoir un ou plusieurs fournisseurs à qui elle payera 60 centimes le lait des bureaux de bienfaisance, 75 centimes le lait à domicile, mais en posant ses conditions et en organisant le service de contrôle. Nous partageons cet avis, tout en estimant les prix proposés un peu forts et en émettant le vœu que la ville trouve, pour sa fourniture de lait, une Société unique, plutôt que des entrepreneurs multiples et indépendants les uns des autres.

Bibliographie. — Bourgeois (F.) : *Le lait de vache dans les grandes villes* (Bull. Soc. libre d'émulation de la Seine-Inférieure, Rouen, 1880). — Pabst (J.-A.) : *Les falsifications du lait à Paris* (Rev. d'hyg., III, p. 502, 1881). — *Instruction pour la répression de la fraude dans le commerce du lait* (Annal. d'hyg., VI, p. 84, 1881). — Martin (A.-J.) : *La laiterie lombarde de Milan* (Rev. d'hyg., III, p. 56, 1881). — Trélat (Ém.) : *La société laitière d'Aylesbury* (Rev. d'hyg., III, p. 756, 1881). — Fuchs (D.) : *Nachweis von Brunnenwasser in der gefalchsten Milch* (D. Vierteljahrs. f. öff. Gesdpflg, XIII, p. 253, 1881). — Pinchon : *Expertise du lait* (Gazette méd., p. 221, 1882). — Girard (Ch.) : *Lettre sur la sophistication du lait* (Rev. d'hyg., IV, p. 590. 1882). — Du Mesnil (O.) : *La surveillance du lait à Paris* (Ann. d'hyg., VIII, p. 304, 1882). — Uffelmann (J.) : *Der Nachweis des Zusatzes kleiner Mengen Wassers zur Milch* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gsdpflg., XV, p. 663. 1883). — Chamberlent (A.) et Moussous (A.) : *Danger du lait des animaux charbonneux* (Rev. sanit. de Bordeaux, 25 décemb. 1883). — May (Ferd.) : *Ueber die Infectiosität der Milch perlsüchtiger Kühe* (Archiv f. Hyg., I, p. 121, 1883. — Aufrecht : *Eine Bemerkung zu Dr May's Ansatz : « Ueber die Infectiosität* u. s. w. (Archiv f. Hyg., I, p. 397, 1883). — May (F.) : *Erwiderung auf vorstehende Bemerkung* (Archiv f. Hyg., I, p. 400, 1883). — Martin (Hipp.) : *Recherches ayant pour but de démontrer la fréquence de la tuberculose consécutive à l'inoculation du lait vendu, à Paris, sous les portes cochères* (Rev. de méd., février, 1884). — Girard (Ch.) : *La nourriture des vaches laitières.*

et son influence sur la composition du lait (Rev. d'hyg., VI, p. 361, 1884). — Baron : *Influence de la nourriture des vaches sur la composition du lait* (Rev. d'hyg., VI, p. 361, 1884). — Quesneville (S.). *Nouvelles méthodes pour la détermination des éléments du lait et de ses falsifications*. Thèse de Paris, 1884. — Hueppe : *Untersuchungen über die Zersetzungen der Milch durch Mikroorganismen* (Mittheilungen aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte, II, p. 309, 1884). — *Technische Anhaltspunkte für die Handhabung der Milch-Kontrole* (Arbeiten aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte, I, p. 24, 1885). — Toussaint (E.) : *Influence du lait des vaches nourries de drèches sur la santé et la mortalité des enfants du premier âge* (Rev. d'hyg., VII, p. 932, 1885). — Geuns (J. van) : *Ueber die Einwirkung der sog. « Pasteurisirens » auf die Milch* (Archiv f. Hyg., III, p. 465, 1885). — Hesse : *Ein neuer Apparat zum Sterilisiren der Milch* (D. med. Wochenschr., p. 323, 1886). — Harpmann : *Ueber die Erreger der Milchsäure-Gährung* (Ergänzungshefte z. Centr. bl. f. allgem. Gsdpflg., II, 2, p. 117, 1886). — Goppelsröder (Fr.) : *Ueber praktische Milchuntersuchung* (Centr. bl. f. allgem. Ges., V, p. 278, 1886). — Raspe (F.) : *Frauenmilch und künstliche Ernährung der Säuglinge* (Archiv f. Hyg., V, p. 128, 1886). — Soxhlet (Fr.) : *Milch und Milchprodukte*. München, 1886). — Schmidt (F.-A.) : *Ueber das Soxhlet'sche Milchkochverfahren* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg, VI, p. 133, 1887). — Mendes de Léon (M.-A.) : *Ueber den Gehalt der Milch an Eisen* (Archiv. f. hyg., VII, p. 286, 1887). — Bischoff (C.) : *Ueber polizeiliche Milchcontrole* (D. Vierteljahr. f. öff. Gesdpflg., XIX, p. 411, 1887). — Saint-Yves-Ménard : *Vacheries municipales. Le lait à Paris* (Bull. médic., 26 février 1888).

Dérivés du lait. — *Le beurre*. — C'est la plus agréable de toutes les graisses; elle doit son importance, non seulement au rôle général de la graisse dans l'alimentation, mais encore à sa propriété de pouvoir être utilisée selon les modes les plus divers et d'ajouter aux aliments, auxquels on l'associe, son arome si remarquable, qui en fait un condiment aussi bien qu'un aliment. Le beurre est, en conséquence, très recherché et a une grande valeur vénale; ce qui explique à la fois les fraudes exercées sur le beurre, directement, et l'écrémage du lait, qui permet d'obtenir du beurre sans diminuer notablement la quantité de lait qu'on peut vendre comme tel.

On l'obtient par le battage de la crème ou par l'action de la force centrifuge sur celle-ci; parfois du battage du lait lui-même. Les vésicules de graisse se brisent et s'agglutinent (Soxhlet), peut-être à la faveur d'un gluten qui se formerait de la caséine (Stork).

Le beurre de bonne qualité renferme 98 p. 100 de graisse et 2 p. 100 d'eau, suivant Muller; 84 à 90 p. 100 de graisse pure et 10 à 15 p. 100 d'eau mêlée de sucre de lait, de caséine et de sels, suivant O. Dietszch, qui me semble être dans le vrai. Il est de couleur jaune pâle (beurre frais), d'odeur franche et agréable, mou comme une graisse et présente une surface de coupe lisse et homogène. Si l'on y voit des points blancs, c'est de la caséine coagulée; s'il en ruisselle des gouttes blanches, c'est du petit-lait; preuve que le beurre n'a pas été suffisamment exprimé et lavé. Dans cet état, outre que l'acheteur paye au prix du beurre ce qui n'est que du petit-lait, le beurre est disposé à *rancir* promptement par suite de l'altération de la matière albuminoïde. Il rancit, en effet, d'autant plus vite qu'il renferme plus de corps *non gras*. Le rancissement est dû à la formation, sous l'influence d'un ferment, d'acides gras qui se combinent à la glycérine. Le beurre ne peut alors plus servir qu'à graisser les chaussures.

La *coloration* du beurre dépend beaucoup du mode d'alimentation des vaches; c'est l'herbe verte qui fait le jaune le plus flatteur. Bien que ce

ne soit pas une qualité essentielle, les consommateurs recherchent cette teinte ; aussi les vendeurs l'assurent-ils souvent à leur marchandise par des moyens artificiels. Il n'y a trop rien à dire tant que cette teinture n'est obtenue qu'à l'aide du suc de plantes inoffensives, fruits d'alkékenge, rocou, curcuma, fleurs de souci, suc de carottes; mais quelques-uns y ont introduit du jaune de chrome ou du safran artificiel, qui est une couleur d'aniline.

Dans quelques pays (Amérique, Nord-Allemagne), on sale le beurre pour en prolonger la conservation; il faut environ 20 grammes de sel pour 1 kilogramme de beurre.

Le *beurre fondu* est plus riche de graisse, se conserve plus longtemps, est infiniment moins agréable à l'usage que le beurre frais.

On constate la richesse du beurre de la façon suivante : 50 grammes de beurre sont introduits avec 100 grammes d'eau distillée dans un tube de verre assez long, exactement taré et fermé à l'une de ses extrémités : on fait fondre le beurre, en exposant l'appareil à une chaleur suffisante. Un bouchon, solidement fixé, est alors adapté à l'ouverture du tube que l'on place, le bouchon en bas, dans de l'eau tiède. Le tout se refroidit lentement, le beurre se solidifie et, en retirant le bouchon, toute l'eau s'écoule. Il est facile, en pesant à nouveau le cylindre avec le beurre, de trouver par différence ce que celui-ci a perdu ; c'est de l'eau avec de la caséine, des substances solubles et la plupart des substances que l'on a pu frauduleusement mêler au beurre. En filtrant ce liquide, on peut séparer la caséine, les farines, la craie, le plâtre, si ces matières y existent ; dans ce qui passe à la filtration se retrouveront le sel, le borax, l'alun.

La principale *falsification* du beurre consiste à le mêler de *margarine*, ou même à vendre simplement celle-ci sous le titre de beurre et au même prix.

La margarine fut préparée par Mège-Mouriès, en 1871, pendant le siège de Paris et, dans de pareilles conjonctures, put être bien accueillie. Le Conseil d'hygiène de la Seine, en 1872, sur le rapport de Boudet, en autorisa la vente. Lallier (1875) la recommandait encore. C'est en 1880 que la réaction commença, après le rapport de Riche, à l'Académie de médecine. Déjà l'on commençait à vendre de la margarine qui n'était plus faite selon le procédé de Mouriès et qui n'avait même plus la valeur de celle de ce chimiste, fort au-dessous, cependant, de celle du beurre.

La fraude par la margarine est, au point de vue économique, un vol au préjudice du consommateur et un autre au préjudice des producteurs de beurre légitime, dont elle perd le commerce. Au point de vue hygiénique, le beurre seul est digéré comme beurre; les graisses sont d'autant plus aisément émulsionnées que leur point de fusion est moins élevé. D'autre part, le beurre renferme de 0gr,10 à 0gr,25 d'acide volatil libre par kilogramme; ce qui lui permet de s'émulsionner sans qu'il soit besoin d'opérer un mélange intime ni un malaxage avec une solution alcaline.

Telles sont les considérations qui portèrent le gouvernement français (ministre Méline, 1884) à déposer à la Chambre des députés le projet de loi qui a abouti à la « *loi de la margarine* », insérée au *Journal Officiel* du 14 mars 1887, d'après laquelle il est interdit d'exposer, de mettre en vente ou de vendre, d'emporter ou d'exporter, sous le nom de beurre, de la margarine, de l'oléo-margarine,... ainsi que les mé-

langes de margarine, de graisse, d'huile et d'autres substances avec le beurre, etc. (l'Allemagne en a une pareille depuis septembre 1887).

Cette loi suppose qu'il est relativement facile de déterminer la margarine dans le beurre ou d'avec le beurre. Ce qui est, en effet. Le beurre renferme, p. 100, oléine, 42 ; stéarine et palmitine, 50 ; butyrine, caproïne, capryline, 8. La proportion des acides gras fixes y est de 87 à 88 p. 100. Or, tous les beurres faux renferment plus de 88 p. 100 d'acides gras; les graisses animales, en particulier, en ont une moyenne de 95,50, et à peine 1 p. 100 de butyrine, caproïne, capryline, c'est-à-dire des corps que l'on appelle glycérides volatils. Il ne s'agit donc que de déterminer les proportions relatives d'acides gras *fixes* et d'acides *volatils*.

Brouardel et Pouchet ont indiqué comme assez simple le procédé de Reichert, modifié par J. Kœttstorfer, « basé sur ce résultat d'expérience, que les matières grasses exigent, pour se saponifier, des quantités d'autant plus considérables de potasse qu'elles renferment des acides gras à poids moléculaire moins élevé, ou, ce qui revient au même, qu'elles sont plus riches en glycérides volatils. Le beurre est donc la matière grasse qui doit en exiger le plus. La quantité de potasse nécessaire pour saponifier 1 gramme de beurre varie entre 221^{mgr},5 et 232^{mgr},5 soit en moyenne 227 milligrammes. Les autres matières grasses exigent moins de potasse; les diverses graisses animales nécessitent des quantités de potasse variant de 195^{mgr},5 à 196^{mgr},8. Il en résulte que toutes les fois qu'un beurre exige moins de 221 milligrammes de potasse pour être saponifié, il doit être regardé comme suspect et devenir l'objet d'une analyse plus approfondie et plus complète. »

« Le manuel opératoire est des plus simples. On pèse dans un becherglas 1 ou 2 grammes de beurre fondu et filtré à chaud ; on y ajoute 25 ou 50 centimètres cubes d'une solution alcoolique de potasse (renfermant 28^{gr},05 de potasse [KOH] par litre); on laisse le mélange en contact pendant une heure ou deux, à la température de 35 à 40 degrés en agitant fréquemment; puis on porte le tout au bain-marie jusqu'à complète saponification du beurre. Après avoir dilué avec de l'eau chaude et ajouté au mélange une goutte de solution alcoolique de phthaléine du phénol qui colore la liqueur en rouge, on verse goutte à goutte dans le gobelet, à l'aide d'une burette graduée, une solution d'acide chlorhydrique dilué jusqu'à disparition de la coloration rouge, qui fait alors place à une teinte jaune. La liqueur d'acide chlorhydrique renferme par litre, 18^{gr},25 de cet acide; elle est telle que chaque centimètre cube sature exactement 1 centimètre cube de la liqueur alcoolique de potasse; donc, en retranchant de 25 centimètres cubes le nombre de centimètres cubes d'acide employés, on connaît exactement la quantité de potasse neutralisée par les acides gras du beurre. »

Il existe des procédés plus exacts, celui de Dalican pour le dosage des acides gras fixes, celui de Duclaux pour le dosage des acides gras volatils. Ce n'est point le lieu de les décrire.

Il va sans dire que l'examen du beurre doit toujours comporter l'exercice des sens. Avec quelque pratique, on arrive à obtenir des renseignements importants par la dégustation.

Le *lait de beurre*, qui reste après la fabrication du beurre, n'est pas dénué de valeur nutritive: il renferme encore: matières albuminoïdes 3,8 p. 100; sucre de lait 3,4; graisse 1,2 (J. Kœnig). On peut donc, avantageusement, l'associer à d'autres substances alimentaires (les hydrocarbonés). En Hollande, on y joint du gruau pour en faire une bouillie destinée aux nourrissons. Il semble douteux que cette préparation ait une réelle supériorité.

Le *lait caillé*, restant après le prélèvement de la crème, renferme en moyenne (Völcker et Fleischmann) : 90 p. 100 d'eau, 3 à 4 d'albuminoïdes, 5 de sucre de lait, 0,2 à 0,5 de graisse. C'est donc encore une substance alimentaire, qui peut être utile en association.

Le fromage. — Quand on a pour but la fabrication du fromage, on coagule le lait avec la présure ou l'acide chlorhydrique et l'on sépare le petit-lait par filtration. Ici se présentent trois cas : ou bien l'on a écrémé le lait; ou bien on l'emploie tel que les animaux le fournissent; ou, enfin, on ajoute encore de la crème au précipité. De ces opérations résultent trois classes de fromages : les *maigres*, les *demi-gras*, les *gras*. Les premiers sont évidemment plus riches en azote, puisqu'ils ne sont presque que du caséum; les autres sont, en revanche, plus faciles à digérer et forment un aliment plus complet, puisqu'ils renferment une proportion notable de graisse.

La préparation des fromages fait varier leurs qualités. Les uns sont *cuits*, comme le Chester, le Hollande, le Gruyère : d'autres *non cuits* et, parmi ces derniers, il y en a de *frais*, tels que les fromages blancs; de *salés*, de *fermentés*, comme le Brie, le Roquefort, le Marolles. Enfin, les fromages sont *durs* ou *mous*.

Les proportions de matières azotées, dans les fromages faits en France, varient de 13,03 (Neufchâtel) à 31,50 p. 100 (Gruyère), selon Payen; les matières grasses, de 21,05 (Camembert) à 41,91 (Neufchâtel).

COMPOSITION.	FROMAGE DE BRIE.	HOLLANDE. FROMAGE GRAS, DUR.	FROMAGE DEMI-GRAS.	FROMAGE MAIGRE.
Eau	49,6	35,7	46,8	48,0
Matière sèche	50,4	64,3	53,2	52,0
Matières albuminoïdes	16.6	27,2	27,6	32,6
Graisse	25,3	30,4	20,5	8,4
Sucre de lait	3,0	2,5	3,0	6,8

Ces constatations démontrent assez que le fromage est un aliment très riche, presque complet, et justifient les élégantes paroles de Moleschott à l'endroit des peuples qui en disposent, au point que le fromage est pour eux une garantie d'indépendance. Toutefois, beaucoup de types, les fromages durs en particulier, ne profitent complètement qu'aux estomacs robustes.

En vieillissant, les fromages changent notablement de constitution ; la caséine se dédouble, la graisse donne asile à des champignons qui la convertissent en acides gras ; les mites y installent leurs familles (roquefort), des larves de mouches y passent la première phase de leur existence. Souvent, c'est précisément quelqu'une de ces modifications que les amateurs recherchent : Wiel et Gnehm parlent de ces gigantesques meules de fromage, vieilles de plus de cent ans, que l'on se transmet de père en fils comme un héritage et que, dans les familles de Suisse, on ne visite qu'aux jours de grande fête avec le respect que nous avons en France pour les

vins de crus fameux; les dédoublements de la caséine leur donnent précisément ce haut goût que les connaisseurs apprécient si favorablement. Pourtant, il paraît que les mites du roquefort, du chester, du limbourg, de l'emmenthal, ont parfois procuré aux gourmets des tiraillements d'estomac, des douleurs d'entrailles, des vomissements même et de la diarrhée. De même dans les fromages gras, on a pensé qu'il se développait un poison (*Käsegift*), fort analogue au poison des saucisses, d'ailleurs uniquement reconnaissable, comme celui-ci, à ses effets sur les voies digestives. Ne s'agirait-il pas aussi d'un alcaloïde de la famille des *ptomaïnes?* Les ptomaïnes du fromage ont, en effet, été signalées. Il est, décidément, prudent d'être très réservé vis-à-vis de l'ingestion des matières animales putrides.

Les œufs. — On mange les œufs de poisson, les œufs de tortue et, paraît-il, sur les bords du fleuve des Amazones, les œufs de caïman. Mais ce sont les œufs d'oiseaux qui, dans cette catégorie alimentaire, jouent le rôle le plus important et, parmi eux, les œufs de poule, quoique, selon les régions, on consomme aussi les œufs d'oie, de canard, de dinde, de mouettes, d'autruche.

Les œufs de poule ont la composition suivante :

Cendres	1,0	Total 100.
Albumine	14,2	
Graisse	10,9	
Eau	73,9	

C'est donc un aliment de haute valeur. Comme le lait, la nature l'a préparé pour suffire à l'existence d'un petit être, qui, à la vérité, dans le cas particulier, n'appartient pas encore au monde extérieur. L'œuf frais est, de tous points, un mets agréable et de facile digestion, plus aisément digéré encore s'il est cru, ou mieux s'il a subi un degré de chaleur suffisant pour détruire la viscosité de la masse albumineuse, sans l'amener cependant à l'entière coagulation. On l'introduit avec avantage dans le régime des nourrissons. Même demi-frais, l'œuf est encore facilement digéré lorsqu'on l'associe à quelque autre substance alimentaire qui divise cette masse albumineuse ; les œufs durs, comme on sait, figurent très bien dans les salades.

Les œufs sont à l'abri de toute falsification, dans le sens rigoureux du mot. Mais la cupidité s'en sert néanmoins pour faire ses bénéfices aux dépens du consommateur. Il y a deux saisons dans l'année, pendant lesquelles les poules pondent abondamment; c'est le commencement du printemps et la fin de l'été. Naturellement, le prix des œufs diminue corrélativement, aux mêmes époques, tandis qu'il s'élève dans la saison où les poules pondent peu ou point. Ne pas vendre ses œufs quand il y en a beaucoup et qu'ils ne se vendent pas cher ; les garder pour le moment où les prix se relèvent; tel est le problème très simple que savent résoudre tous les producteurs et surtout les collectionneurs d'œufs. De telle sorte que les acheteurs ont toutes les chances du monde de ne pas profiter beaucoup de l'époque d'abondance et, en revanche, dans les trois quarts de l'année, payent fort cher des œufs médiocres ou même détestables. Ajoutons que certaines ménagères n'hésitent pas à mêler à une douzaine d'œufs destinés au marché quelques œufs qui, ayant passé plusieurs jours sous une poule en train de couver sont reconnus devoir rester clairs ou même renferment un poulet mort. Aujourd'hui, la pratique des couveuses ar-

tificielles rend plus facile et plus commune cette volerie; la couveuse artificielle ne donne pas à la surface de la coquille l'aspect lisse et poli que lui assurent les frottements de la poule et qui peut attirer l'attention de l'acheteur.

Les œufs frais, *mirés* à la bougie (dans un endroit obscur) sont transparents. Ils sont plus lourds que l'eau; placés dans ce liquide, ils plongent; les œufs de huit jours surnagent déjà. Morache conseille de se servir pour cette épreuve d'une eau à un dixième de sel. Il va sans dire que, si l'œuf s'agite spontanément dans l'eau, c'est qu'il renferme un poulet vivant.

Rien de plus facile que de constater l'altération d'un œuf en le cassant, l'odeur d'hydrogène sulfuré trahit aussitôt la putréfaction de l'albumine. Malheureusement, cette expertise n'est guère praticable sur un marché.

Le poids moyen d'un œuf de poule est de 50 à 60 grammes; la douzaine doit donc peser au minimum 660 grammes. Si une douzaine d'œufs de taille ordinaire ne pèse que de 600 à 650 grammes, il y a présomption que ces œufs ne sont pas frais. L'œuf, conservé à l'air, perd chaque jour de 3 à 5 centigrammes de son poids, par évaporation.

Les graisses animales. — La graisse de provenance animale se distingue généralement des graisses végétales par la prédominance de la margarine et de la stéarine, tandis que l'oléine constitue essentiellement ces dernières. Celles-ci sont fluides à la température ordinaire, les autres solides. Il semble que plus la stéarine prédomine dans les graisses, moins elles sont aptes à jouer un rôle alimentaire.

Dans les circonstances ordinaires, la graisse passe mieux en petite quantité; lorsqu'elle est en excès, il se forme des acides gras capables d'irriter la muqueuse digestive.

Tous les groupes qui travaillent consomment de la graisse et paraissent pouvoir s'en passer moins aisément que de la viande. On l'utilise justement par petites portions, associée à quelque autre substance alimentaire, pain, légumes, pâtes, et répartie sur tous les repas de la journée, ce qui est, physiologiquement, une condition avantageuse à sa digestibilité.

Parmi les graisses animales, indépendamment du beurre, la graisse de porc est celle dont l'usage est de beaucoup le plus répandu. La graisse de bœuf et surtout celle de mouton (je parle de la graisse qui n'est pas incorporée à la chair musculaire) sont de mauvais goût, difficilement digérées et, d'ailleurs, affectées à d'autres usages. Sur quelques points de la France, la graisse d'oie rend de sérieux services à la population.

La graisse de porc se présente sous forme de *lard;* c'est la graisse du tissu cellulaire sous-cutané; ou sous forme de *saindoux;* c'est la graisse déposée en masses autour des viscères abdominaux, particulièrement des reins.

Le lard se consomme plutôt salé et fumé qu'à l'état frais. La composition du lard fumé est : Albuminoïdes, 1,7; graisse, 94,15, eau, 3,7, selon Voit. On en reconnaît la salubrité à l'aspect lisse, homogène et non granuleux de la coupe, à la couleur blanche ou légèrement teintée de rose, à la fermeté de sa graisse, à l'absence de tout fumet accusant le rancissement. Il vaut mieux, pour l'usage habituel, acheter le lard épais que le lard mince; celui-ci, gardant encore quelques fibres musculaires, est plus agréable

comme aliment; mais il fournit peu de graisse et ne remplit pas le but généralement recherché.

Le saindoux doit également être d'une blancheur parfaite et uniforme, n'accusant aucune odeur de rance, être de consistance demi-molle, à la température de 15°. Pourtant, le saindoux d'Italie, d'ailleurs très blanc, est presque fluide en été. Celui d'Amérique est ferme, mais à gros grain et légèrement jaunâtre.

La principale fraude que l'on fasse subir au saindoux est l'addition d'eau. A l'aide d'un peu de chaux ou de soude caustique, on arrive à en incorporer jusqu'à 40 p. 100 à la graisse. On peut aisément reconnaître cette fraude et la mesurer, en faisant fondre un poids connu de la graisse suspecte dans un tube de verre, fermé par un bouchon à son extrémité inférieure : lorsque la graisse et l'eau se sont séparées, on fait écouler celle-ci dans une capsule tarée. Il est facile de savoir ensuite si cette eau est alcaline et si elle doit son acalinité à la soude.

L'addition de craie, de plâtre, d'amidon, assez rare, se décèle en faisant dissoudre une portion de la graisse dans l'éther.

Les tribus misérables qui habitent les régions glaciales trouvent une puissante ressource alimentaire dans l'huile de phoque et de poisson, qui, dans nos sociétés délicates, ne servent guère qu'à l'entretien des cuirs. Une de ces huiles, pourtant, l'*huile de foie de morue*, a été employée avec succès comme moyen curatif des maladies qui ont leur origine dans l'alimentation insuffisante et, en particulier, du scorbut (Félix, de Bucharest).

Le Comité consultatif d'hygiène a fait interdire l'introduction, dans les gâteaux, de la *vaseline*, de la *pétréoline*, de la *neutraline*, qui ne rancissent pas, mais n'ont rien de commun, au point de vue digestif, avec le beurre ou le saindoux.

B. Substances alimentaires tirées du règne végétal.

Les aliments végétaux, ainsi qu'on l'a vu, sont moins riches que les substances appartenant au règne animal; mais on ne saurait dire qu'ils aient moins d'importance; ils forment, au contraire, la base de l'alimentation publique.

Le caractère des substances alimentaires végétales est la prédominance du carbone dans leur constitution. Il est représenté par l'*amidon*, le *sucre* (de raisin), les *acides organiques*. L'albumine n'y fait pas défaut; certaines graines en renferment même abondamment; elle est représentée par le *gluten* dans les céréales, par la *légumine* dans les graines de la famille des Légumineuses.

Toutes ces substances contiennent de l'eau, quelques-unes en proportions énormes, ce qui réduit à peu de chose leur valeur nutritive. A ce point de vue, on a pu introduire dans les substances alimentaires végétales cette division : les *féculents* (céréales, racines féculentes, graines de Légumineuses) et les *végétaux aqueux* (légumes verts et fruits).

Les céréales. — On donne ce nom à des plantes, presque toutes de la

famille des graminées (le sarrasin est la seule exception), qui sont l'objet régulier et systématique de la grande culture ou de l'agriculture proprement dite, l'*art de Cérès*. Ce sont : le blé (*Triticum vulgare*, L.) et ses variétés; le seigle (*Secale cereale*, L.); l'orge (*Hordeum distichon*) et ses variétés; l'avoine (*Avena sativa*, L.); le maïs (*Zea Mays*, L.); le riz (*Oriza sativa*, L.); le sarrasin (*Polygonum fagopyrum*, L.); le millet (*Panicum miliaceum*, L.).

Le *blé*, dont l'usage est si ancien qu'il est impossible de retrouver son berceau, se plait surtout dans la zone chaude et la zone tempérée ; mais on le cultive jusque sous des latitudes déjà septentrionales; en Angleterre, en Belgique, en France, en Espagne, en Italie, sur les rives du Danube, dans la région du Caucase, le nord de l'Afrique, l'Asie Mineure, une bonne partie de l'Amérique du Nord, il forme la culture la plus répandue.

Le *seigle* s'adapte à la zone tempérée et à la zone froide. Il s'accommode de terrains qui ne seraient pas assez riches pour le blé. En France, il ne représente pas plus de 16 p. 100 de la consommation en céréales; mais il domine en Allemagne et forme la base de l'alimentation des classes laborieuses.

L'*orge* n'est uniformément cultivée que dans les pays froids, quoiqu'elle réussisse très bien dans les pays chauds, en Algérie, par exemple; c'est par excellence la récolte en Norvège, en Suède, dans le nord de la Russie, en Écosse, en Irlande. L'*avoine* et le *sarrasin* ne sont cultivés régulièrement pour l'alimentation de l'homme que dans les terres très pauvres.

Le *riz* est la céréale dominante dans le sud de l'Europe, la moitié sud de l'Asie, les États du Sud de Nord-Amérique, le nord de l'Afrique; de même que le *maïs* a sa plus grande extension dans le centre de Nord-Amérique, en Turquie, en Grèce, en Italie, dans le sud de la France et le nord de l'Espagne. On a dit qu'il suivait à peu près la culture de la vigne.

Enfin, le *millet* est cultivé en Amérique, en Algérie, en Italie et dans le midi de la France.

L'élément capital des graines de céréales, au point de vue alimentaire, est le *gluten*, substance azotée qui renferme, à l'état frais, 70 p. 100 d'eau. Desséché, le gluten contient 84 à 88 p. 100 de matières albuminoïdes; le reste est de l'amidon, de la cellulose, de la graisse. Les matières albuminoïdes elles-mêmes sont : la *fibrine végétale*, la *caséine végétale* ou *légumine*, et la *gliadine*, ou *glutine*, ou *gélatine végétale*. Il y a, en outre, une faible proportion d'albumine très analogue à l'albumine animale. Oudemanns leur attribue les rapports quantitatifs suivants : Fibrine, 9,27 ; légumine, 1,55 ; gélatine, 0,22; albumine, 0,26. Le gluten sec renferme 12,5 à 15,2 p. 100 d'azote.

Le tableau ci-après, emprunté à Roth et Lex, donne la constitution des principales céréales usitées.

Il ressort clairement de ce tableau que le blé est la plus riche des céréales et le riz la plus pauvre. Le seigle se rapproche beaucoup du blé.

Dans le commerce et la minoterie, on distingue les *blés durs*, les blés *tendres* et les blés *demi-durs* ou *mitadins*. Les premiers, généralement plus riches en azote, viennent surtout des pays chauds; ce sont ceux-là que notre Algérie nous envoie. Ils ont le grain maigre, comme corné, à cassure vitreuse, fauve. Les blés tendres, produits des pays tempérés, ont le grain renflé, régulier, un peu pâle, facile à écraser, à cassure blanche et farineuse. D'ailleurs, l'aspect et les propriétés du blé varient notablement selon les terrains et selon le mode de culture et de fumure.

En dehors des caractères spéciaux, le blé doit être *coulant* à la main, quelque peu sonore quand on en laisse couler une poignée sur le tas, parfaitement lisse, sauf à celle des extrémités où il existe normalement des poils courts et très fins. La couleur en est plus ou moins pâle ou jaune rougeâtre, mais il ne doit y avoir, à la surface ni aux extrémités du grain, aucun point noir, rouge ou vert. L'odeur doit être à peu près nulle, ne rappelant que celle de la paille fraîche. Le poids à rechercher est celui de 74 à 77 kilogrammes l'hectolitre (Delaperrière).

	ALBUMINOÏDES.	AMIDON.	GOMME ET SUCRE.	GRAISSE.	CELLULOSE.	SELS.	EAU.	AUTEURS.
Blé d'Alsace	14,6	59,7	7,2	1,2	1,7	1,6	14,0	Boussingault.
— de Nord-Amérique	11.8	67,6	7,4	—	0,7	—	12,6	Beck (moy. de 20 espèces).
— de France	11,2	—	—	—	—	1,7	14,4	Reiset (20 espèces).
— de Saxe	11,8	64,4	1,4	2,6	2,5	1,6	15,6	Wunder.
— d'Odessa	14,3	59,6	6,3	1,5	1,7	1,4	15,2	Peligot.
— de Hongrie	13,4	62,2	5,4	1,0	1,7	1,7	14,5	—
Seigle de Hesse	13,6	50,5	8,9	0,9	10,1	1,8	15,0	Fresenius.
— d'Alsace	12,5	—	—	2,0	3,3	2,0	14,0	Boussingault.
— de France	11,6	53,5	10,2	1,9	3,5	2,2	14,1	Payen.
Orge d'été	8,9	—	—	—	7,7	2.8	13,8	Anderson (moy. de 9 espèces).
— d'hiver	10.1	—	—	—	9,0	2,0	14,2	— (4 espèces).
— extrêmes de 9 analyses	8,5	35,3	4,2	2,0	6,4	2,3	12,0	
	13,2	53,7	5,5	2,6	13,6	3,8	16,8	
Avoine, moyenne de 8 espèces	11,0	—	—	—	9,0	2,7	13,0	Fehling et Faist.
— extrêmes de 9 analyses	8,8	32,2	—	5,5	4,1	2,6	12,6	
	15,7	55,4	—	6,4	12,3	4,1	15,7	
Sarrasin non mondé	9,1	45,0	7,1	0,4	22,0	2,4	12,7	Zenneck.
— mondé	2,6	78,9	3,8	0,9	1,0	—	13,7	Von Bibra.
Maïs de Saxe	8,8	58,0	5,3	9,2	4,9	3,2	10,5	Hellriegel.
— de Nassau	10,0	65,9	2,3	5,1	1,6	1,6	13,4	Fresenius.
Riz des Indes orientales	5,3	73,9	2,3	0,9	2,0	—	14,0	Von Bibra.
	6,3	73,6	—	—	4,6	0,3	15,1	Horsford et Krocker.
Millet de Nuremberg (mondé)	10,3	57,0	11,0	8,9	2,0	—	12,2	Von Bibra.
— d'Egypte (non mondé)	10,1	50,1	1,5	3,1	25,4	1,8	8,0	Polson.

Il paraît que certains fraudeurs *huilent* les blés médiocres à l'aide de l'huile de navettes, de telle sorte que par le glissement le grain se tasse aisément dans la mesure et paraisse avoir une pesanteur spécifique élevée, qui naturellement lui assure de plus hauts prix. Cette ruse ne se reconnaît pas à l'œil; il faut rouler le grain dans la poudre de curcuma ou dans la poudre de bronze; les poils des grains retiennent de cette poudre. Il est vulgaire aussi que les grains huilés, projetés dans un verre d'eau à la surface duquel un petit morceau de camphre exécute les mouvements circulaires que l'on sait, arrêtent immédiatement ces mouvements (Dietszch).

Corps étrangers. Altérations des graines de céréales. — Les corps étrangers se trouvent mêlés au grain plutôt par quelque accident de la végétation que par suite de manœuvres frauduleuses; dans le cas particulier, les fraudeurs déprécieraient leur marchandise sans avoir chance de bénéfice. Voici les plus communs de ces corps:

Les grumeaux terreux ou pierreux provenant de la négligence du cultivateur vis-à-vis de l'aire où il dépose son grain;

Les graines de plantes classées parmi les mauvaises herbes; comme celle de *Trifolium arvense*, de *Bromus secalinus*, de *Rhinanthus major*, de *Melampyrum arvense* (fromentelle), d'*Agrostema githago* (nielle), de *Rapha-*

nus raphanistrum (raifort sauvage), de *Lolium temulentum* (ivraie). La plupart n'ont que le tort de n'être pas le grain comestible que le consommateur désire précisément acheter; quelques-unes ont, cependant, la réputation d'exercer une action nuisible, au moins à doses élevées. Ainsi, la fromentelle rougit le pain, lui donne un goût amer et une odeur nauséeuse. On attribue la propriété de le noircir et de lui donner un goût âcre, sans préjucice d'un fâcheux pouvoir sur le mouvement, à la nielle, dont je n'ai jamais remarqué les prétendus effets narcotiques, en Lorraine, où il y en a beaucoup. Le radis ou raifort sauvage, a été tout à fait innocenté, par Léon Colin, de l'accusation portée par Linnée, d'être la cause de l'ergotisme convulsif (raphanie, *Kriebelkrankheit*). Mais l'ivraie, assez abondante dans les années pluvieuses, aurait causé du délire, des convulsions, des paralysies, si l'on a pas porté à son compte de véritables manifestations de l'ergotisme; cette graine étant sujette à l'ergot. Le plus habituellement, ceux qui en mangent éprouvent des coliques, des étourdissements, des envies de vomir, des troubles de la vue, de la somnolence, de la courbature; ils se trouvent comme en état d'ivresse (Layet). En admettant la nocuité de cette graine, notons ici que, plus légère que le blé, elle surnage à la surface de l'eau, tandis que le blé va au fond, ce qui est un moyen de la reconnaître et de s'en débarrasser (Pappenheim); dans la farine qui contient du *lolium*, le traitement par l'alcool détermine une couleur verte et un goût repoussant; la liqueur évaporée laisse un résidu vert jaunâtre;

Les cryptogames parasites : Ustilaginées, Tillétiées, charbon de l'orge et de l'avoine (*Ustilago carbo*); rouille, carie du blé (*Tilletia caries*); rouille du seigle (*Ustilago secalis*); ergot de blé et de seigle (*Claviceps purpurea* Tulasne); verdet ou verderame du maïs (*Ustilago Maydis* Tul., *Sporisorium Maïdis* Balardini), ont été déjà indiqués (p. 432 et suiv.).

Les premiers déprécient seulement les grains; l'ergot est regardé comme la cause d'accidents dont nous reparlerons plus loin; le verdet est la pomme de discorde dans l'étiologie de la pellagre.

Les insectes parasites : l'*alucite*, petit papillon nocturne; la *teigne*, dont la toile étendue sur les grains les agglutine pendant que sous elle les larves rongent le grain; le *charançon*, petit coléoptère qui pullule avec une singulière énergie (12 paires peuvent produire en un an 75,000 individus dont chacun dévore 3 grains de blé) et détruit des quantités considérables de blé (Morache). Ces parasites sont spéciaux au blé, dont le péricarpe est attaquable par leurs mâchoires.

Ajoutons, pour les céréales conservées en magasin, les petits rongeurs, rats, souris ou mulots, qui s'en nourrissent.

Les parasites végétaux, les cryptogames et même les plantes de grande taille, apparaissent à la faveur du mode de culture et de circonstances climatiques qui font des épis un terrain propice à l'éclosion de leurs germes. Les parasites animaux attendent le moment où le grain est mis en dépôt et peu surveillé pour s'y établir et en vivre. On dispose, pour les combattre, de trois moyens principaux : le *mouvement*, par le simple pelletage intermittent ou par le mécanisme ingénieux des *greniers Huart*, qui agite

d'une façon continue la masse de grains; les substances insecticides et particulièrement le *sulfure de carbone;* la conservation à l'abri de l'air en *silos.*

Utilisation des céréales. — Toutes les graines dont il vient d'être question sont l'objet, pour être utilisées, d'une première préparation qui ne les modifie pour ainsi dire que mécaniquement et ne fait que les disposer à se prêter à l'action des organes digestifs. Telles qu'elles sont, leur partie vraiment alimentaire est enfermée dans une enveloppe ligneuse à plusieurs couches, qu'il faut rompre, fragmenter et même séparer de la matière utile, pour que l'homme puisse aisément et sûrement en tirer tout le bénéfice qu'elles comportent. L'opération qui a pour but ce résultat et l'atteint d'une façon plus ou moins complète et avantageuse est la *mouture.* Le produit est la *farine*, avec quelques accessoires, *son*, *retraits*, etc.

L'industrie de la mouture a fait de grands progrès dans ces derniers temps. On distingue la *mouture haute* et la *mouture basse.* Dans le premier système, les meules sont, au début de l'opération, aussi écartées que possible, puis se rapprochent graduellement. Ce procédé permet de séparer très exactement la partie ligneuse du grain, d'obtenir des types de farines de finesse diverse et, en dernier lieu, avec la partie centrale du grain, la *fleur de farine.* Il réussit même à écarter de la farine les grumeaux terreux et les graines étrangères (Nowak). L'autre système fait agir les meules tout d'abord aussi rapprochées que possible et n'obtient ainsi les divers types de farines qu'en reprenant la *boulange* pour la faire passer par des *blutoirs* à mailles de dimensions variables. On a ainsi : la fleur de farine *première* ou *deuxième*, les *gruaux blancs* ou *bis*, les *recoupettes*, etc.

Dans les manutentions militaires en France, on blute à 20 p. 100 pour les blés tendres et 12 p. 100 pour les blés durs. Comme, d'autre part, il est toujours perdu 3 p. 100 dans la fabrication, en farine qui reste adhérente aux meules, ou se disperse dans l'usine sous forme de poussière, il résulte, selon le calcul de Morache, que 103 kilogrammes de blé tendre fournissent 80 kilogrammes de farine et 20 de son; 103 kilogrammes de blé dur, 88 kilogrammes de farine et 12 de son.

Wiel et Gnehm invoquent une sorte d'*à priori* d'après lequel on pourrait apprécier d'avance la valeur relative des trois classes de farine. Le grain de blé peut être assimilé à un œuf, dans lequel la coquille, l'albumine et le jaune sont superposés de dehors en dedans; le péricarpe du grain correspond à la coquille; la couche sous-jacente est la plus riche en gluten (albuminoïde); le centre, constitué par l'amidon, représente le jaune de l'œuf, où la graisse prédomine. D'où il suit que le blutage est fâcheux s'il enlève, avec le péricarpe, une portion notable de la couche albuminoïde. Peut-être même se condamne-t-on à une perte réelle en rejetant le son, dont les écailles entraînent toujours une part de la couche azotée sous-jacente.

Or, la perte d'albumine par l'abandon du son est réelle, et c'est ce qui fut autrefois (1853) l'occasion de la querelle assez retentissante de Millon et Poggiale ; le premier insistant sur le côté fâcheux de cette perte, le second s'efforçant d'en démontrer l'inanité. Poggiale avait raison, en ce que la difficulté pour l'estomac d'attaquer le pain « de tout grain » annule absolument les ressources en azote que le son pourrait offrir et entraîne même la perte par les selles d'éléments qui, sans lui, eussent été utiles. Mais les procédés modernes de la meunerie arrivent à ne laisser

plus aucune substance nutritive sur les squames ligneuses de l'enveloppe corticale du grain.

Composition de la farine (J. Kœnig).

ÉLÉMENTS.	FARINE DE FROMENT.		FARINE			
	FINE.	GROSSIÈRE.	DE SEIGLE.	D'ORGE.	D'AVOINE.	DE MAÏS.
Eau	14,8	12,2	14,2	14,8	10,1	10,6
Matière sèche	85,2	87,8	85,8	85,2	89,9	89,4
Albumine	8,9	11,3	11.0	11,0	14,3	11,0
Graisse	1,1	1,2	2,0	1,2	5,7	7,0
Hydrocarbonés	74,4	73,6	69,7	71,9	65,7	67,6
Ligneux	0.3	0,9	1,6	0,5	2,2	3,8
Cendres	0,5	0,8	1,5	0,6	2,0	

Expertise des farines. — Il est toujours facile de reconnaître les propriétés physiques d'une bonne farine et il ne faut pas manquer ici, non plus que dans d'autres expertises, de faire d'abord usage de tous les sens avant de recourir aux épreuves microscopiques ou chimiques.

La bonne farine de blé est blanche ou légèrement jaunâtre (blé dur); celle de seigle est grisâtre. La teinte doit être uniforme, sans points noirs, gris, verts ni rouges (champignons). La bonne farine de blé tendre se pelotonne par la pression entre les doigts, mais la pelote se fragmente aisément; elle est « *fleurante* », c'est-à-dire que dans cette épreuve il reste sur les points de la main, qui ont été en contact avec la farine, une mince couche blanche. La farine de blé dur, normalement, ne se pelotonne pas, est poussiéreuse, moins douce au toucher que la précédente, peu ou point fleurante. Toutes les farines de bonne qualité ont une odeur médiocre, mais franche et non désagréable. Il faut goûter la farine; pour cela, on en prend plein une cuiller à café dans la bouche, la langue en fait une pâte en l'humectant de salive et, sans qu'il soit besoin d'avaler, on peut percevoir exactement l'impression gustative complète que la farine comporte.

Dans les usages domestiques et surtout la fabrication du pain, la bonne farine fait pâte avec facilité; cette pâte est ferme, non coulante, longue, pouvant s'étirer, ne donnant pas aux doigts la sensation de viscosité.

Il est certaines altérations de la farine que l'on peut encore reconnaître sans grand appareil, à l'œil nu ou avec une simple loupe. Ainsi, la larve de *Tenebrio molitor* (ver de la farine), les *acariens* de la farine, que Troupeau conseille de rechercher de la façon suivante :

On étale et l'on presse légèrement la farine entre deux feuilles de papier. Les acariens, s'il y en a, ne tardent pas à soulever de petits monticules sur la surface unie. A l'aide d'une loupe et d'une pointe mouillée, on découvre et l'on enlève l'animal, qui peut être déposé sur le porte-objet du microscope.

Il est facile de distinguer aussi, à un faible grossissement, les champignons que l'on a déjà pu soupçonner à la constatation des points rouges ou noirs.

On estime la proportion d'eau par la dessiccation à l'étuve et en faisant la différence de deux pesées, l'une avant, l'autre après.

Dosage du gluten. — La matière azotée n'a la propriété de pouvoir être séparée de la farine sous forme d'une masse élastique et légère, le *glu-*

ten, que dans le blé et le seigle. Chez les autres céréales, il n'y a pas à proprement parler de gluten, ou bien il est court, friable. Aussi sont-elles impropres à la panification, comme le maïs, et ne peut-on en faire que des *galettes azymes*. Certains froments ont eux-mêmes un gluten court; cela arrive quelquefois dans le Nord, sans que la fraude y soit pour rien, ainsi que l'a démontré Millon. Les farines de blé tendre donnent de 28 à 30 p. 100 de gluten humide ou 10 p. 100 de gluten sec; celles de blé dur, 30 à 45 de gluten humide, 12 à 15 de gluten sec (Vauquelin, Rivot, Payen, Lailler).

Il n'y a qu'un procédé rigoureux de dosage du gluten, le dosage de l'azote ; mais c'est un procédé de laboratoire. Le mode d'expertise, qui consiste à malaxer sous un filet d'eau une pâte faite avec de la farine et de l'eau, est prompt, mais peu précis et fertile en contestations entre acheteurs et vendeurs. En effet, il y a jusqu'à six ou sept descriptions différentes du procédé, qui ne renferment pas toutes des prescriptions également bonnes ; on arrive difficilement, dans ces manipulations, à avoir constamment le gluten *humide* au même degré d'hydratation, ce qui en fait nécessairement varier le poids; dans le lavage, l'amidon peut entraîner une partie du gluten ; les eaux de puits, chargées de sulfate calcaire, favorisent sa séparation, tandis qu'avec certaines autres il est difficile de l'agglomérer. Un bon gluten, c'est remarquable, retient plus d'eau que celui de qualité inférieure. Lailler recommande l'usage de l'*aleuromètre* (fig. 226), qui pourtant n'est pas, non plus, un instrument de précision, mais indique au moins la *qualité* du gluten et permet d'apprécier les différences d'hydratation qui existent entre divers glutens.

L'aleuromètre se compose d'un tube de cuivre creux, terminé à sa partie inférieure par une petite capsule mobile. Sur la partie supérieure du tube se meut un petit piston fixé à l'extrémité d'une tige graduée. On met un poids déterminé de gluten, 7 grammes, dans la capsule, on adapte celle-ci au tube et on fait plonger l'instrument dans une étuve chauffée à 15° (huile); on maintient la lampe allumée pendant dix minutes, on retire l'aleuromètre. Le gluten, sous l'influence de l'eau réduite en vapeur, s'est dilaté et le piston s'est soulevé d'autant plus que l'élasticité du gluten est plus grande. On peut voir, en multipliant ces opérations sur une grande variété de farines, que la réduction de poids (ou la perte en eau) des 7 grammes est loin d'être toujours la même; Lailler a trouvé le poids du gluten après sa cuisson compris entre $2^{gr},50$ et $3^{gr},05$. Il regarde l'hydratation du gluten humide comme variant de 59 à 66 p. 100.

C'est donc le dosage du gluten *sec* qui est conseillé. Lailler le pratique de la façon suivante :

1° On fait avec 10 grammes de la farine à essayer et 5 grammes d'eau une pâte bien malaxée, qu'on laisse en repos pendant cinq à dix minutes; 2° on sépare le gluten, non sous un filet d'eau, mais dans l'eau, en y plongeant un tamis de soie très fin, suffisamment pour que l'eau recouvre entièrement la soie, et en malaxant la pâte dans cette eau; quand il n'y a plus dans la main que du gluten, on soulève doucement le tamis, qui ramène ainsi les portions de gluten détachées de la masse; on les réunit à celle-ci ; 3° le gluten, bien lavé et pressé dans la main, est soumis à la dessiccation au bain-marie, dans un appareil quelconque. Lailler se sert d'une petite étuve (fig. 227), qui se compose :

D'une casserole en fer battu de la contenance de 80 centilitres; d'un couvercle ayant une tubulure courbée à angle droit pour le dégagement de la vapeur et une ouverture du diamètre du vase suivant; et d'un vase cylindrique en fer battu, de

30 centilitres de capacité, fermé par un couvercle, ayant deux tubulures verticales et plongeant, par l'ouverture du couvercle, dans la casserole jusqu'à 4 centimètres du fond. On fait du gluten humide avec 10 grammes de farine (il est bon d'en noter le poids, comme renseignement) ; on le place dans le vase cylindrique, préalablement huilé à l'intérieur ; celui-ci est adapté à la casserole remplie d'eau aux deux tiers et l'on fait bouillir. Quand le gluten, pesé deux fois de suite

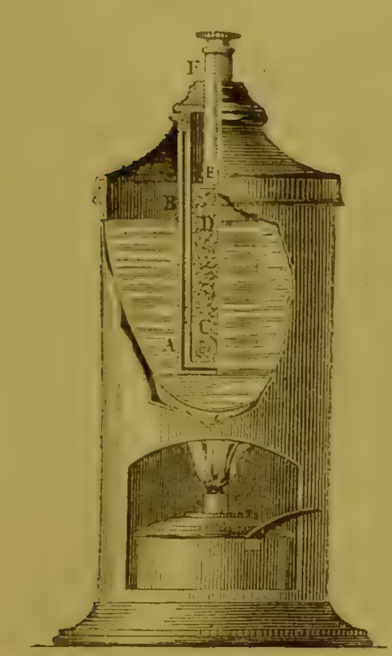


Fig. 226. — *Aleuromètre de Boland* (*).

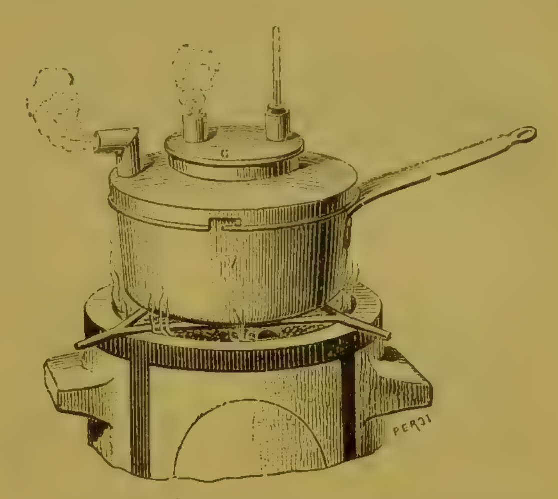


Fig. 227. — *Étuve à dessication des farines.*

à quelque temps d'intervalle, ne perd plus de son poids, c'est qu'il est sec.

Proportion du son (*ligneux*). — On mélange d'eau, dans une capsule de porcelaine, 100 grammes de farine et l'on chauffe au bain-marie. On verse le liquide sur un tamis, on reprend le résidu par l'eau ; on chauffe et l'on filtre plusieurs fois de suite jusqu'à ce que l'eau passe claire. Le résidu définitif est desséché à 100°, puis pesé. On n'a pas ainsi immédiatement le poids du son, mais celui de la partie ligneuse de l'enveloppe. Wetzel et Haas, à la suite de nombreux essais, pensent qu'il faut multiplier le poids du résidu sec par 2, pour avoir le poids du son quand il s'agit de seigle ; par 2,7 lorsqu'on a affaire à du blé.

Matières minérales. — La farine ne renfermant jamais 2 p. 100 de cendres, si, après en avoir incinéré 100 grammes dans une capsule de platine à feu nu, on trouve une proportion plus élevée, c'est que la farine a été minéralisée accidentellement ou volontairement. L'usure des meules peut introduire de la *silice* dans la farine et même du *plomb*, à cause de la mauvaise habitude qu'ont les meuniers d'obturer avec du plomb fondu les trous de la pierre.

Rien n'est plus simple que de déceler, par le dégagement d'acide carbonique, au moyen de quelques gouttes d'acide azotique ou chlorhydrique, la présence de la *craie* dans la farine.

Farines vieilles. — Il est avantageux de ne pas employer la farine avant deux ou trois mois après la mouture. Au delà, elle ne gagne plus, mais peut encore se conserver longtemps, avec des soins. Même dans de bonnes

(*) A, B, corps du cylindre ; C, tige graduée ; *a*, hauteur du gluten humide ; D, hauteur du gluten desséché ; *e*, couvercle (Salleron).

conditions, lorsqu'elle vieillit, ses matières grasses deviennent rances; les matières sucrées décroissent: les albuminoïdes s'altèrent, le gluten se fluidifie et l'*acidité* se produit (plus vite avec les farines de blés tendres). Les matières amylacées ne paraissent point modifiées (Balland).

Mélange de farines. — Le mélange de farines est quelquefois le fait d'habitudes populaires. Plus habituellement, c'est une fraude. On a introduit, dans une farine de première valeur, une denrée de moindre prix, pour vendre le tout au taux de la première.

On mêle à la farine de blé la *farine de pomme de terre*, qui ne possède pas de gluten. C'est donc un appauvrissement considérable de la denrée alimentaire. On peut soupçonner la farine de pomme de terre dans celle de blé ou de seigle à ce que, dans la farine bien sèche et étendue en mince couche sur une feuille de papier noir, on voit apparaître des points brillants, très perceptibles à la loupe. Les grains des autres farines sont mats. Mais l'expertise péremptoire se fait sous le microscope. Les grains d'amidon de pomme de terre apparaissent, sous un grossissement de 250 à 300 diamètres, comme des corpuscules ovoïdes ou pyriformes, avec une sorte d'ombilic ou de hile vers la petite extrémité, duquel partent des stries concentriques (fig. 229).

Pour comparaison, nous reproduisons dans les figures 228 et 230 la forme de l'amidon de blé et de l'amidon de seigle. Les grains du premier sont arrondis, olivaires ou ressemblant à un carré dont les angles auraient été émoussés; lorsqu'on y aperçoit des stries concentriques, elles sont parallèles entre elles et à la ligne de contour. Les grains de fécule de seigle, un peu plus petits que les précédents, leur ressemblent pour la forme; mais il s'en trouve quelques-uns, dans le nombre de ceux qui sont sous l'objectif, qui présentent un hile étoilé très caractéristique.



Fig. 228. — *Amidon de blé* (Cauvet).



Fig. 229. — *Fécule de pomme de terre.*



Fig. 230. — *Amidon de seigle.*

En mouillant la farine examinée avec quelques gouttes d'une solution de potasse caustique au 50e, les corpuscules amylacés de pomme de terre se gonflent jusqu'à atteindre un volume 3 à 4 fois plus grand, tandis que ceux de blé ne changent pas d'aspect. De plus, si l'on triture dans un mortier de porcelaine, avec un peu d'eau, pendant quelques minutes, un mélange de farine de blé et de farine de pomme de terre, que l'on étende ensuite et que l'on filtre, la teinture d'iode étendue (1 p. 20 d'eau) fait apparaître dans la liqueur filtrée la teinte bleue immédiate, tandis que, par le même réactif, l'amidon de blé ne prend qu'une teinte jaune rougeâtre.

L'addition de farine de seigle à celle de blé ne diminuerait pas notablement la richesse azotée de l'aliment, si l'on ne savait que le gluten de seigle est moins aisément assimilable que celui du blé. D'ailleurs, la valeur vénale du seigle étant inférieure à celle du blé, il est clair que le mélange est un vol si la denrée est vendue au titre de cette dernière céréale.

On ne falsifie pas la farine de blé avec celle de riz, qui coûte plus cher qu'elle, quoique renfermant très peu d'azote. Les grains de fécule du riz ont la forme polygonale et, sous le microscope, on en voit d'ordinaire un grand nombre réunis ensemble et se touchant par leurs faces polygonales de manière à faire mosaïque. L'avoine, dont on ne mêle guère la farine à celle du blé, parce qu'elle manque de blancheur, a aussi les cellules polygonales (fig. 233). Dans l'ensemble, elles sont toujours 3 à 4 fois plus petites que celles du blé. Désagrégées, elles prennent l'aspect pyriforme ou de pépins.

Le maïs donne une farine jaunâtre que l'on ne réduit pas d'ordinaire à l'état de poudre fine, dans les pays où l'on se nourrit de *polenta*. Cependant, la farine de maïs d'Amérique est assez blanche pour être susceptible de mélange avec celle de froment, sans que la teinte attire l'attention. On reconnaîtrait la fraude aux caractères de la farine du maïs sous le microscope, à l'éclairage ordinaire ou avec la



Fig 231. — *Fécule de fèves.*



Fig. 232. — *Fécule de maïs* (Cauvet).



Fig. 233. — *Fécule d'avoine.*

lumière polarisée, selon le procédé de Moitessier. Les grains de fécule de maïs ont assez régulièrement pour contour un hexagone ; à l'intérieur, une étoile brillante, à six branches, dessine les arêtes qui se rendent à chaque angle de l'hexagone (fig. 232).

Le plus commun des mélanges malintentionnés est celui de la farine de Légumineuses, de féverolles ordinairement, avec celle de blé. La farine de féverolles ou de vesces est d'une parfaite blancheur et n'a qu'une faible valeur vénale ; ce sont des raisons suffisantes pour la fraude. En apparence, on ne fait pas un tort aussi grand à l'estomac du client qu'à sa bourse, puisque les Légumineuses renferment beaucoup d'azote. Pourtant, la matière albuminoïde n'est plus le gluten, cette fibrine végétale qui joue un si grand rôle dans les qualités du pain; la légumine est moins facile à digérer que le gluten. De plus, le fumet et le goût des Légumineuses n'ont pas les caractères agréables de la farine de froment. Dietszch conseille d'incinérer la farine; celle de Légumineuses (fèves, pois, vesces) est la seule qui laisse un poids de 3 p. 100 de cendres. Mais encore, on traite la farine comme si l'on voulait en extraire le gluten; le produit glutineux que l'on obtient prend rapidement une coloration gris rouge sombre (vesces, fèves blanches) ou verte (pois) et laisse percevoir le parfum et le goût particulier des Légumineuses.

Au reste, les grains de fécule des légumes se distinguent par leur forme ellipsoïde, avec un sillon médian pour hile; sur ce sillon tombent quelquefois de petits sillons secondaires, perpendiculaires au premier (fig. 231).

Farines de graines non comestibles. — Vogl traite 2 grammes de farine, dans une éprouvette, par 10 centimètres cubes d'un mélange d'alcool à 70 degrés avec l'acide chlorhydrique (5 p. 100). On agite et l'on chauffe. En abandonnant la liqueur au repos, elle reste incolore avec la farine de blé et de seigle, devient jaune pâle avec celle d'orge, d'avoine, de maïs, de pois; jaune orange avec la fécule de nielle et d'ivraie, pourpre avec celle de vesces, rouge de sang avec l'ergot. Les mêmes colorations

apparaissent dès qu'il y a de 5 à 10 p. 100 de ces fécules dans la farine examinée; sauf une intensité variable dans la nuance. Il faut toujours joindre à cette épreuve celle du microscope. La fécule de nielle se présente en corpuscules allongés ou en fragments, remarquables par leur contenu granuleux.

Cette fécule est, d'ailleurs, d'un blanc éclatant, comme l'a constaté K. B. Lehmann; si la présence de la nielle donne parfois une coloration brune, c'est à cause des fragments de l'enveloppe de ses graines.

Egger a remarqué que les cellules à gluten (périphériques) du seigle sont parfois colorées en bleu, sans qu'on puisse supposer qu'il s'agisse d'une anomalie ou d'une altération. En traitant la farine de ce seigle par l'acide chlorhydrique ou par l'acide sulfurique étendus, on obtient une coloration rouge, qui, naturellement, ne prouve pas l'addition ou la présence d'une farine étrangère ou dangereuse.

Par le réactif de Vogl, la farine du mélampyre, ou plutôt des *rhinantacées*, donne une coloration brune ou brun rouge, qui n'a rien de caractéristique. Si l'on abandonne la liqueur à la température de la chambre pendant 3 ou 4 heures, elle se colore fortement en bleu ou vert bleuâtre. Mais Lehmann préfère rechercher d'une autre façon le mélange de ces graines. Il fait un peu de pâte avec la farine suspecte, la convertit en un petit pain, sur la tranche duquel apparaît, uniformément ou par points, la couleur violette plus ou moins foncée qui caractérise la présence du mélampyre ou des rhinantacées, et applique à des parcelles de ce pain les procédés chimiques et spectroscopiques. Ceux-ci ne réussissent pas constamment. L'auteur leur vient en aide par le microscope, qui permet presque toujours de retrouver les cellules hexagonales de l'endosperme des graines de mélampyre avec un contenu brun, ou celles de l'endosperme du rhinantus, avec un contenu violet ou rouge brun, tranchant sur le reste de la substance du pain, qui est pâle.

Ces caractères sont, apparemment, d'une recherche encore assez délicate. Heureusement, Lehmann n'a pu recueillir de preuves que le « pain bleu » ait causé des accidents, quoique l'on doive, en police sanitaire, le considérer comme d'une valeur inférieure et suspect.

Utilisation de la farine de céréales. — Il n'y a guère que la farine de blé, et des meilleures sortes, qui entre dans la consommation sous la forme de ce que l'on appelle, en terminologie alimentaire : *les pâtes.* Il faut, en effet, que la farine soit riche en gluten pour se prêter au moulage, à la dessiccation et à la conservation qu'on exige de ces substances. Aussi, les blés durs des pays chauds, d'Italie, d'Algérie, sont-ils plus particulièrement exploités pour cet usage et donnent-ils les pâtes les plus renommées.

Les pâtes sont à l'état de grains fins (semoule), ou de fragments moulés (pâte d'Italie) ou de filaments du type *nouilles; fidelini*, *vermicelle*, *casagnetti*, *macaroni*. Il en est fait une énorme consommation sur tous les points du globe, en potages, en ragoûts, en association avec le lait, le fromage, des condiments divers.

Tout ce que l'on peut demander à ces pâtes, au point de vue de l'hygiène, c'est d'être faites de farine de bonne qualité, d'être dans un parfait état de conservation et de ne point être colorées avec une substance dangereuse. Le safran est à peu près la seule matière colorante qu'on puisse admettre pour cet usage.

Dans les pays du Rhin et en Lorraine, les gens de la campagne impro-

visent, sous le nom de nouilles, de knèpfes ou quenelles (*Nudeln*, *Knœpfeln*), des pâtes que l'on assaisonne avec de la graisse ou de la crème. C'est un plat toujours bien reçu de gens qui ont un grand besoin d'hydrocarbonés et qui, fait à la maison, a toutes les chances d'être très salubre.

Le pain. — C'est une substance alimentaire si importante que le mot est employé, dans toutes les langues, avec le sens compréhensif d'aliment en général : « gagner son pain; manquer de pain, etc. ». Matériellement, c'est de la farine, à laquelle on a incorporé de l'eau par une action mécanique, que l'on a soumise ensuite à la fermentation, puis à la cuisson.

Le *pétrissage*, ou incorporation à la farine d'eau et de ferment, se fait à la main ou à l'aide d'appareils mus par la vapeur dans les grandes boulangeries. Le mérite du premier mode est de pouvoir être appliqué avec intelligence et exactitude; celui du second est d'être plus propre. Avec un bon outillage et une direction expérimentée, le *pétrin mécanique* peut réunir les avantages des deux procédés et, par conséquent, doit être préféré.

Avant de *faire le pain*, on a préparé dès la veille une certaine portion de pâte, ou *levain*, dans laquelle on a introduit de la levûre ou de la pâte aigre (ferment lactique, acétique, etc.). La fermentation s'est déjà emparée très largement de ce levain. On se sert, pour le mélanger à de nouvelles proportions de farine et obtenir la pâte définitive, d'eau tiède dans laquelle on a fait dissoudre 5 à 6 grammes de sel marin par kilogramme de pain à obtenir.

Arrivée à un point convenable d'homogénéité et de consistance, la pâte est partagée en *pâtons*, d'un volume en rapport avec le poids que doivent peser les différents pains. On doit prévoir qu'il y aura près de 25 p. 100 de perte à la cuisson. Ces pâtons sont placés dans des récipients appropriés et abandonnés au repos dans une chaleur douce, pour y fermenter à leur tour.

La *fermentation* désagrège une part de l'amidon, la convertit en dextrine, puis en sucre qui, lui-même, subit la fermentation alcoolique, c'est-à-dire se dédouble en alcool et acide carbonique. C'est celui-ci qui soulève la pâte et fait les *yeux* du pain. Il reste dans le pain un peu d'acide lactique et d'alcool. Après quatre heures de fermentation, Græger trouve dans le pain de seigle 0,27 p. 100 d'acide ; après huit heures, 0,42 (acide acétique). Bolas estime à des proportions variant de 0,221 à 0,401 p. 100 l'alcool resté dans le pain ; tandis que Duclaux déclare qu'on n'en trouve pas traces et doute que la fermentation du pain soit une fermentation alcoolique. Elle est plutôt due à des germes venus de la surface du grain.

La fermentation, selon les procédés habituels, se fait aux dépens de la matière même du pain et lui fait perdre 2,3 p. 100 (Græger) à 4,2 (Fehling) de ses éléments carbonés. C'est à cause de cela, et aussi à cause de la difficulté d'avoir toujours des levains frais, égaux, que l'on a cherché à provoquer, dans le pain, les pores qui le rendent digestible, sans le secours de la fermentation. Liebig incorporait à une partie de la pâte une solution de bicarbonate de soude, à l'autre de l'acide chlorhydrique étendu ; il se dégageait de l'acide carbonique. Plus tard, on a donné la préférence à la *poudre de Horsford*, très employée en Amérique, et qui incorpore au pain

des sels utiles à la nutrition. Cette poudre se compose de deux préparations : une acide, qui contient du phosphate de chaux et un peu de phosphate acide de magnésie ; l'autre alcaline, formée de bicarbonate de soude et de chlorure de calcium. Pour 100 kilogrammes de farine, on ajoute 2,600 grammes de poudre acide, et 1,600 de poudre alcaline. Le travail de la panification est réduit à deux heures ; l'acide carbonique se dégage en assez grande quantité pour donner un pain très assimilable, avec un rendement de 10 à 12 p. 100 de plus que par le procédé ordinaire. Malheureusement, le prix du pain s'élève de 2 à 3 : donc la perte n'est pas compensée.

Le procédé Dauglish et Bonsfield (que l'on pourrait appeler de Dauglish seul), introduit simplement de l'acide carbonique, obtenu comme dans la fabrication de l'eau de Seltz et sous une forte pression, dans la pâte pétrie par des procédés mécaniques ; les pétrins sont des cylindres fermés et résistants desquels, à l'aide d'un gros tuyau adapté à l'une des extrémités, la pâte sort, au moment voulu, par la pression même du gaz, sous forme d'un boudin que l'on coupe en pains de la longueur désirée, au fur et à mesure de son émergence. Le pain qui en résulte est facile à digérer, mais, dit-on, un peu fade. Pourtant, le procédé est très répandu en Angleterre.

Pour la *cuisson* du pain, on porte la température du four à 300 degrés afin d'en conserver 250 ou 200. La durée de l'opération est de 40 à 45 minutes pour le pain de munition français ; elle est, évidemment, susceptible de variations. Par la chaleur du four, les yeux de la pâte se dilatent sous l'expansion de CO^2 et de la vapeur d'alcool. Les grains d'amidon éclatent, l'eau s'évapore, la fermentation s'arrête, une croûte se forme, des principes aromatiques se développent. La température, au centre du pain, ne dépasse pas 60°, selon Perrier et Pabst, 80 à 85° d'après Vallin. Les pains de fantaisie n'auraient pas plus de 55°, au sortir du four (Brouardel).

Composition du pain (J. Kœnig).

ÉLÉMENTS.	PAIN DE FROMENT		PAIN DE SEIGLE.	PUMPERNICKEL.
	BLANC.	BIS.		
Eau	38,5	41,0	44,0	43,4
Matières solides	61,5	59,0	56,0	56,6
Albumine	6,8	6,3	6,0	7,6
Graisse	0,8	0,2	0,5	1,5
Hydrocarbonés	43,3	50,8	47,9	45,1
Ligneux	0,4	0,6	0,3	1,0
Cendres	1,2	1,1	1,3	1,4

Le besoin d'épargner la matière alimentaire a poussé les hygiénistes à rechercher les moyens d'introduire dans le pain le plus possible de *son*, puisque, comme il a été reconnu précédemment, les fragments corticaux du grain de blé entraînent une bonne part de la couche azotée qui leur est sous-jacente.

Frapoli conseillait d'ajouter à la farine, dans la confection de la pâte, de l'eau qui

aurait servi à laver le son; cette eau retient 20 p. 1000 des éléments solides du son, soit 13 d'albumine = 2 d'azote. Mège-Mouriès, accusant la *céréaline* d'être la cause de la teinte brune du pain de tout grain, pensait l'annuler par l'acide carbonique, dont il obtenait un dégagement abondant en ajoutant à une première portion de la pâte de la levûre et du sucre. Il ne paraît pas que ces essais aient réussi; l'expérience condamne l'usage du gros pain et la théorie n'a plus qu'à expliquer le fait.

Roth et Lex supposent que la fermentation acide, interrompue dans cette pâte grossière par la cuisson, se réveille dans l'estomac; ce qui entraîne l'irritation de ce viscère et des selles acides où se trouve une bonne part de l'aliment, non digéré.

Il se peut aussi qu'il y ait des raisons mécaniques. Les éléments ligneux du pain protègent la partie féculente contre l'action des sucs de l'estomac. Quoi qu'il en soit, le fait est constant. Il y a une perte, plus ou moins considérable selon les individus et selon leurs habitudes, avec l'usage du pain bis et surtout du pain noir. Cette perte peut dépasser un tiers de la substance utilisable (Poggiale, Donders, Meyer, etc.). En raison des habitudes antérieures, elle peut s'atténuer dans de sérieuses limites. Ainsi, les paysans préfèrent avoir un pain un peu grossier, qui se sente dans l'estomac, et non du pain blanc, qui leur semble *passer* trop vite et ne point nourrir. Ils l'assimilent bien et, sauf des selles volumineuses, n'en sont nullement incommodés; de même que les soldats prussiens mangent, avec plaisir et sans éprouver aucun trouble digestif, une préparation qui faisait l'effet d'être du pain de chien aux prisonniers français de 1870 et leur donnait la diarrhée.

Il ne faut pas en conclure qu'il soit prudent de pousser à des limites indéfinies le blutage des farines pour la fabrication des *pains de luxe* et des pâtisseries. La conséquence de ces industries est, ou bien une perte considérable de substance alimentaire, ou bien et plus généralement l'introduction de la farine, dont on a retiré la fleur, mais qui n'est pas épuisée, dans d'autres farines destinées à être consommées par le gros de la population. C'est ainsi que le public paye, au prix d'une denrée normale, un mélange dont un des éléments est déjà du rebut.

Expertise du pain. — Le pain ne ressemble plus, comme constitution élémentaire, à la farine; les substances amylacées, spécialement, ont changé de type et de proportions. La comparaison exprimée plus bas représente moyennement les transformations qui se sont accomplies :

	Pour 100 de farine.	Pour 100 de pain.
Gluten	24	24,5
Amidon	66	49
Dextrine	—	22
Sucre	5,6	4,4

On doit vérifier, dans le pain, non seulement les qualités intrinsèques, c'est-à-dire celles qui dépendent de la matière première ; mais aussi celles qui relèvent du mode de fabrication. Il faut toujours commencer par l'expertise des sens.

Un bon pain présente deux croûtes : l'une, inférieure, de couleur jaune pâle, plus mince; l'autre, supérieure, plus épaisse, bombée, sonore à la percussion, d'un jaune doré ou marron. L'une et l'autre doivent adhérer partout à la mie et, entre elles deux, faire près du quart de l'épaisseur de la mie. Lorsque, sur une tranche de pain, on cherche à rapprocher les deux croûtes, le pain doit céder sous la pression et revenir ensuite assez rapidement à sa forme première dès qu'on l'abandonne. La mie doit être

homogène, sans grumeaux farineux, d'un blanc jaunâtre, sans points noirs, gris ou rouges ; élastique, n'adhérant pas aux doigts quand on la comprime dans la main ; parsemée de trous inégaux, mais n'atteignant jamais à la taille de vacuoles ou lacunes. Quand il se trouve de ces grandes cavités, particulièrement sous la croûte, on a affaire à un pain dont la pâte a été mal travaillée, ou abandonnée à une fermentation trop prolongée ; à moins qu'il ne s'agisse d'un gluten altéré de prime abord. Le pain mal travaillé, en dehors de ces lacunes, a les yeux petits, il est cireux à la coupe sur quelques points ; mal cuit, il est pâteux, collant aux doigts, lourd. On doit trouver au pain une bonne odeur et un goût franc, agréable.

Ces apparences sont susceptibles de quelques variations, selon que le pain est de froment ou de seigle et qu'il est de première, de seconde, de troisième qualité. Nous nous sommes placé à peu près dans la moyenne. Il faut aussi entendre ces caractères comme ceux du pain *ressué* (cuit depuis 12 à 24 heures), c'est-à-dire qu'il n'est plus absolument *frais* (c'est peut-être *chaud* qu'il faut dire) et n'est pas encore *rassis*. Le pain chaud est d'une digestion pénible. Le pain rassis est comme une modification isomérique du pain frais ; on s'en aperçoit aisément à la texture ; il est, néanmoins, encore facile à digérer. Il n'en est plus de même du pain vieux, qui commence à prendre une saveur fade ou terreuse, un mauvais goût, et ne tarde pas à être envahi par les moisissures.

Nous avons indiqué (p. 433) les moisissures que l'on rencontre le plus habituellement sur le pain. Des accidents se sont présentés chez des hommes, et aussi chez des chevaux (Mégnin, Cornevin) à la suite de la consommation d'un pain ainsi altéré. D'après P. Mégnin, ce sont les moisissures jaune orange (*Oïdium aurantiacum*) et surtout les moisissures noires (*Mucor stolonifer* ou *Rhizopus nigricans*) dont les expériences sur les chiens ont démontré la nocuité. Celle-ci est-elle une propriété du champignon ? C'est peu probable. Il est plutôt à croire que la substance irritante ou toxique est un produit de la décomposition de la matière azotée du pain ou de la nutrition de la moisissure, une ptomaïne d'origine végétale. Au fond, ces accidents sont beaucoup plus rares qu'on ne pourrait le craindre, sachant combien fréquemment il se consomme du pain moisi, chez les paysans par exemple. Ce qui confirme la loi, relevée par Forster, de l'*innocuité habituelle des altérations spontanées des matières alimentaires végétales*. Nous verrons, toutefois, que le maïs semble faire exception. Quant à la nature de la substance toxique qui, en de certaines occasions, se développerait dans le pain, nous devons reconnaître qu'elle n'a été jusqu'ici l'objet d'aucune recherche et que son existence même est une hypothèse.

Sels minéraux dans le pain. — Les boulangers, dans quelques localités, ajoutent à leur pâte du *sulfate de cuivre* en France et en Belgique, de l'*alun* en Angleterre. Ces deux substances, antipathiques aux ferments et aux moisissures, permettent de fabriquer un pain d'assez bonne apparence, même avec des farines déjà envahies par un commencement de putridité. C'est surtout pour cette raison que l'usage des sels minéraux doit être interdit et, aussi, parce qu'ils pourraient paralyser le ferment gastrique de la même manière

que les autres. En dehors de ces considérations, leur faible toxicité et la très faible proportion dans laquelle on les emploie les rendraient peu offensifs.

Les doses de sulfate de cuivre varient de 1 sur 30,000 à 1 sur 150,000 (Kuhlmann). A 1 sur 4,000 ou plus encore, on nuirait à la panification. Du reste, il ne faudrait pas, de doses infinitésimales de cuivre dans la farine ou dans le pain, conclure à une falsification puisque Galippe, après Deschamps (d'Avallon), Sarzeau, Van den Berghe, a montré que les céréales, même sans le chaulage au vitriol bleu, contiennent normalement du cuivre.

Il n'en est pas de même des *sels de plomb*. On a accusé les boulangers d'introduire dans leur pain de l'acétate de plomb. Il est plus probable que le plomb du pain est le résultat d'une cause accidentelle et provient d'ustensiles ou, surtout, de l'usage, pour chauffer le four, de vieux bois de démolitions, peints à la céruse en leur temps. Dans les cas observés, à Paris (VIIIe et XVIIe arrondissements), par Ducamp, le boulanger lui-même mangeait de son pain et était affecté de saturnisme aussi bien que ses clients. Le Conseil d'hygiène du Nord a, depuis longtemps, fait interdire par le préfet l'usage des bois de démolition dans la boulangerie.

Pain entaché de fécule de graines étrangères. — Les explications qui ont été données plus haut, au sujet des graines non comestibles, nous dispensent d'y revenir ici. Nous nous bornerons à constater que les accidents, causés par les graines nuisibles ou par le blé avarié, sont infiniment plus rares qu'autrefois et même disparaissent. La raison en est, évidemment, dans les progrès de l'agriculture. On cultive davantage le blé, moins sujet à l'ergot que le seigle et dont la semaille est l'objet de plus de soins; on *chaule* le grain de semence; on le choisit avec une attention spéciale. La terre est mieux préparée, moins fertile en mauvaises herbes; celles-ci sont extirpées plus minutieusement. Le grain destiné à l'alimentation est vanné, criblé avec une exactitude mécanique. La meunerie achève de le séparer de l'ivraie, de la nielle.

Biscuit. Pain biscuité. — Le biscuit, *panis nauticus*, *recoctus*, *bequiz* (des croisades), est fait avec les farines riches en gluten (blés durs), auxquelles on incorpore le moins d'eau possible et dont on laisse à peine la pâte entrer en fermentation. On est obligé de travailler cette pâte avec des engins mécaniques, en raison de sa compacité; on la découpe en galettes, percées de trous pour laisser échapper les gaz et vapeurs pendant la cuisson, et l'on fait passer à celles-ci de 50 à 60 minutes au four. Le pain biscuité se distingue du pain ordinaire en ce que l'on a incorporé moins d'eau à la pâte que dans celui-ci.

Le biscuit est une des dures nécessités de la guerre et des longues navigations; il est toujours fâcheux qu'il devienne un aliment régulier d'autant plus qu'il n'est jamais consommé frais et que, malgré sa préparation spéciale et les soins que l'on prend de l'enfermer dans des caisses, sa conservation parfaite est toujours difficile à obtenir. L'estomac l'attaque aussi mal que les dents et, après quelques jours de son usage, les fragments de biscuit passent intacts dans les selles. Les médecins d'armée connaissent la *diarrhée du biscuit*.

Le ver du biscuit est la chenille d'un petit papillon gris, la *Tinéine*. Ce papillon

n'existe à l'état parfait que du 15 avril au 30 septembre, terme extrême de son existence. Par suite, il ne peut déposer ses œufs sur le biscuit que pendant cette période. Aussi, le biscuit fabriqué d'octobre en mars est-il indemne, si l'on a soin de l'enfermer, après la dessiccation, dans des caisses hermétiques en zinc ou en bois doublé de zinc galvanisé.

Légumineuses. — Sur les 5,000 espèces environ que compte la vaste famille des *Légumineuses*, l'homme en utilise pour sa nourriture une demi-douzaine : *Phaseolus vulgaris*, haricots, flageolets, fayols; *Pisum sativum* et *P. arvense*, les pois gris ou jaunâtres, dont les uns sont vendus avec la pellicule, mûrs et secs, tandis que les autres, cueillis un peu avant la maturité, sont desséchés, décortiqués, concassés et restent verts. *Ervum lens*, lentilles; *Vicia faba*, féverolles, gourganes; *Arachis hypogæa*, arachides. Avant la maturité, les légumineuses comestibles se rapprochent des légumes herbacés dont il sera question tout à l'heure; il y a une énorme différence entre les « petits pois » et les pois secs.

Composition des graines de légumineuses (J. Kœnig).

ÉLÉMENTS.	HARICOTS.	POIS		LENTILLES.	ARACHIDES.
		non décortiqués.	décortiqués.		
Eau	13,6	14,3	12,7	12,7	6,5
Matières solides	86,4	85,7	87,3	87,3	93,5
Albumine	23,1	22,6	21,1	24,8	28,2
Graisse	2,3	1,7	0,8	1,9	46,4
Hydrocarbonés	53,6	53,2	61,0	54,7	15,7
Cellulose	3,9	5,5	2,6	3,6	
Cendres	3,5	2,7	1,8	2,5	3,2

Les graines mûres des légumineuses sont très riches d'albumine; mais celle-ci ne fait point pâte et ne saurait entrer dans la confection du pain. En revanche, les Chinois en fabriquent du fromage.

Ces substances ont le mérite du bon marché, d'une conservation facile, et celui de pouvoir, chez des estomacs robustes, fournir une sérieuse quantité d'azote assimilable. Mais l'enveloppe résistante des graines exige son éclatement préalable par la cuisson. Elles entrent bien, dans les repas, en association avec la viande; seules, elles constitueraient une alimentation trop volumineuse, d'autant plus que la cuisson doit toujours leur rendre une assez forte proportion d'eau. Elles facilitent l'exonération intestinale.

On les prépare à l'eau, au lait, à la graisse. En Allemagne, on les associe à la graisse et à la viande dans un grand nombre de préparations qui peuvent passer pour des conserves : le saucisson aux pois (*Erbswurst*) les tablettes de poudre-viande, les soupes condensées. Ces marchandises, selon Hofmann et Forster, devraient être revêtues d'étiquettes indiquant exactement leur composition.

Seules ou en association, les légumineuses amènent rapidement la monotonie dans les repas et l'inappétence.

Selon Ritthausen, les pois qui ne cuisent pas renferment plutôt du phosphate de magnésie que du phosphate de potasse. Pour les rendre accessibles à la cuisson, il faut ajouter à l'eau un peu de carbonate de soude.

Les graines de légumes secs doivent être nettes, lisses, sans taches brunes ni vertes; renflées, ce qui indique la richesse en fécule et la parfaite maturation; exemptes de parasites. Les charançons ne s'attaquent jamais aux haricots, rarement aux lentilles; en revanche, ils s'acharnent sur les pois. Il serait bien utile de pouvoir faire passer les légumes secs sous des cylindres compresseurs, avant de les accommoder pour le repas, en vue de réduire les particules pierreuses qu'ils renferment en une poussière dont on se débarrasserait par le tamis. Ces fragments pierreux sont plus que désagréables sous la dent du consommateur.

Légumineuses nuisibles. — Lathyrisme. — Certaines légumineuses, dont quelques-unes sont cependant d'un usage vulgaire chez des groupes humains, ont des propriétés vénéneuses. Leur action se fait particulièrement sentir sur le système nerveux central ou plutôt spinal. De ce nombre est la gesse chiche ou jarosse (*Lathyrus cicera*), largement cultivée en quelques cantons de l'Algérie et qui, en 1883, a donné lieu, en Kabylie, à une sorte d'épidémie d'accidents paraplégiques ou spasmodiques (*lathyrisme médullaire spasmodique*), observés par Moret, Prengrueber et Proust, et qui donnèrent lieu, de la part de ce dernier, à une intéressante communication à l'Académie de médecine. D'autres variétés de gesse, *lathyrus sativus* dans l'Inde et en Italie, *lathyrus clymenum* en Kabylie, *Ervum ervilia*, sont probablement capables de provoquer des accidents analogues ou identiques, ainsi qu'il résulte des faits de J. Irving, de Cantani (qui a créé le terme de lathyrisme) et de Grandjean. Les Kabyles confondent toutes ces variétés sous le nom de « djilbens ». Il semble probable, d'après les constatations de Proust, que le principe vénéneux existe normalement dans les graines et ne dépend pas d'une altération analogue à celle qui développe la *pellagrozéine* dans le maïs. Le lathyrisme se montre davantage dans les mauvaises années, parce que l'on consomme plus de jarosse et que l'on mélange sa farine à celle du blé. La cuisson parfaite annulerait peut-être ce poison; mais l'intérieur du pain arrive rarement à plus de 60 degrés. Le remède, ou plutôt la prophylaxie du lathyrisme, consistera évidemment à supprimer cette légumineuse de l'alimentation humaine ou tout au moins, dans les cas où la disette en imposera l'usage, à faire cuire à 100° les préparations dans lesquelles entrera sa farine.

Fécules alimentaires. — Le *sagou* véritable est fait avec la moelle du palmier sagou (*Cicas circinalis*); mais il en vient d'Amérique, qui n'est autre chose que de la fécule de patates. Le sagou du commerce est à l'état de petits grains arrondis ou anguleux, blancs, quelquefois rouges ou bruns. Sous le microscope, la fécule de sagou se présente sous forme de petits corps ovoïdes ou vaguement triangulaires, avec un hile apparent et des stries concentriques presque parallèles.

L'*arrow-root* est une fécule très pure, fabriquée avec la racine ou plutôt

le rhizome de diverses plantes de la famille des Scitaminées : *Maranta indica*, *Tacca pinnatifida* de Taïti ; l'*Arum maculatum* de l'île Portland. On la trouve dans le commerce en grains libres ou quelquefois accolés à deux ou à trois, blancs ou jaunes.

Le *tapioca* est, ou bien une variété de sagou, ou bien un produit de même origine que l'arrow-root. Quelques-uns assurent qu'il est fait avec la racine de manioc.

Le *salep* provient du bulbe de certaines Orchidées.

Le prix de ces diverses fécules, destinées à des potages de luxe, est un appât aux falsifications par l'amidon de blé, la fécule de pomme de terre, etc. Un caractère général d'une certaine importance vis-à-vis de la fraude est que ces fécules de prix ne donnent pas, comme l'amidon ou la fécule de pomme de terre, de la colle par la coction, mais une gelée fine et transparente.

Mentionnons, parmi ces farines à potages, la « délicieuse Révalescière Du Barry », qui paraît n'être qu'un mélange de farine de pois, de lentilles, de maïs, d'avoine et d'orge, valant 1 franc le kilogramme et qui se vend 10 francs.

La *fécule de pomme de terre*, plus franche et plus modeste, peut répondre à quelques-uns des buts que l'on se propose avec les autres et ne leur est peut-être pas si inférieure qu'on pourrait croire.

Racines. Tubercules. — Les substances de cet ordre sont très riches en eau. Elles renferment de l'azote, mais dont une part appartient à la famille des *Amides* et non à l'albumine et, par suite, n'a probablement aucune valeur nutritive. La cellulose et les matières minérales, calcaires surtout, y sont abondantes, ce qui n'est point non plus une condition favorable dans l'alimentation. Aussi, ces substances provoquent-elles des selles abondantes et aqueuses. Leur seul côté positif, c'est la présence des hydrocarbonés, la fécule dans la pomme de terre, les patates, le sucre dans les carottes, etc. (Forster).

Composition des racines ou tubercules.

ÉLÉMENTS.	POMMES DE TERRE.	CAROTTES.	NAVETS.	BETTERAVES.
Eau	75,8	87,0	91,2	87,8
Matières solides	24,2	13,0	8,8	12,2
Albumine	1,8	1,1	1,0	1,3
Graisse	0,2	0,2	0,2	0,1
Hydrocarbonés	20,5	9,4	6,0	10,1
Cellulose	0,7	1,4	0,9	
Cendres	1,0	0,9	0,7	2,0
	J. Kœnig.			A. Gautier.

La pomme de terre. — D'origine américaine, elle a été introduite en Europe par Drake (1585) et propagée par Parmentier. Elle est plus facile à

produire que les céréales, mais épuise davantage la terre. Au calcul de Boussingault, un hectare de terre rapporte (en livres) :

	En blé.	En pois.	En pommes de terre.
Albumine	510	440	950
Amidon	1590	1196	6840
Matières minérales	90	62	323

Ce résultat peut être exact pour un an ; mais il serait intéressant de savoir ce que rapporte la même terre les années suivantes.

La pomme de terre a une foule de séductions. Sa culture est d'une grande simplicité et ne fait appel ni à l'ingéniosité agricole, ni aux efforts physiques. Le tubercule est de facile conservation; il suffit de l'abriter du froid, de l'humidité et de la lumière solaire. Il se prête à toutes les fantaisies culinaires; on peut le manger seul ou associé à n'importe quoi; il plaît au riche et au pauvre. Pour cette dernière classe, Ad. Mayer (1882) a proposé de l'associer à l'arachide.

Malheureusement, comme il a été dit, c'est une substance des plus médiocres, lorsqu'elle fait la base de l'alimentation. Elle distend le ventre et ne donne pas de muscles. Ajoutons que la pomme de terre sert aussi à faire un alcool des plus dangereux et que, d'ailleurs, elle se prête au parasitisme avec une complaisance malheureuse. La maladie des pommes de terre en restreint notablement la culture. Nous pensons avec Mulder qu'il n'y a pas à le regretter. La pomme de terre est un plat de luxe et non l'aliment du pauvre.

Quelques-uns ont pensé que la vogue de la pomme de terre pourrait être compensée ou même arrêtée par l'extension de la culture du riz en Europe. Mais, dans le nord de cette contrée, le riz ne semble pas devoir plaire au peuple autant que la pomme de terre. Forster fait remarquer qu'en temps de famine, alors que le blé est hors de prix, la cherté de la viande ne s'élève pas. C'est qu'on ne remplace pas aisément par un autre un aliment dont on a l'habitude. Aujourd'hui, que la concurrence américaine avilit le prix du blé, ne pourrait-on laisser les pauvres gens s'habituer à manger du pain et l'agriculture européenne chercher de nouveaux moyens de tirer profit de la terre?

Au retour de la belle saison, les pommes de terre en cave *germent* et emploient la *solanine*, l'*asparagine*, à la nourriture du bourgeon. Leur valeur nutritive diminue de 10 à 20 et même 50 p. 100. Il n'est pas certain que les bases alcaloïdes qui viennent d'être nommées aient causé des empoisonnements.

En temps ordinaire, les couches les plus savoureuses et les plus nourrissantes de la pomme de terre sont à la périphérie ; le centre est plus aqueux. Il y a donc intérêt à faire les pelures de pomme de terre le plus minces possible.

La plupart des sels des tubercules et des racines, de même, d'ailleurs, que ceux des végétaux herbacés dont il va être question, sont à base de potasse et de chaux, avec des acides organiques, citrique, oxalique, malique, pectinique, etc. Peut-être y a-t-il là une des raisons de l'efficacité de la pomme de terre crue et des végétaux frais contre le *scorbut*. La betterave à sucre renferme une base organique, la *bétaïne*.

Légumes herbacés. — Ils renferment, avec beaucoup d'eau, un peu d'albumine et de légumine, de la dextrine, du sucre, des sels, des alcaloïdes

végétaux (*asparagine, phaséomannite*), et, surtout, des huiles éthérées qui leur donnent un arome spécial, favorable à leur utilisation. A vrai dire, leur rôle est plutôt celui de *condiments* que celui de substances alimentaires. Aussi les associe-t-on régulièrement à d'autres qui aient des propriétés nutritives sérieuses.

Composition des légumes verts (J. Kœnig et Dahlen).

ÉLÉMENTS.	POIS VERTS.	ASPERGES.	HARICOTS VERTS.	CHOUX.	SALADES.
Eau	80,5	92,0	87,3	93 — 85	94 — 92
Matières solides	19,5	8,0	12,7	7 — 15	6 — 8
Albumine	5,7	2,3	2,7	1,8 — 4,8	1,4 — 2,1
Graisse	0,5	0,3	0,2	0,2 — 0,5	0.2 — 0,5
Hydrocarbonés	10,9	3,3	8,0	4,1 — 7,1	2,1 — 3,6
Ligneux	1.6	1,5	1,2	1,0 — 1,8	0,6 — 1,2
Cendres	0,8	0,6	0,6	0,8 — 1,6	0,8 — 1,0

Sauf certaines espèces de choux, la plupart des légumes verts se conservent mal. Il faut recourir à des procédés de conservation (dont nous parlerons plus loin) qui ne sauvent pas beaucoup l'arome de ces végétaux, mais en revanche leur communiquent assez souvent des propriétés suspectes. Il ne reste guère que la forme et il semble que les qualités du condiment s'atténuent et disparaissent à mesure que l'on s'éloigne du moment où la vie persistait.

Les efforts faits par l'industrie pour offrir à nos tables des conserves de légumes verts prouvent surtout combien l'association végétale et même ligneuse est nécessaire pour éviter la monotonie des repas et prévenir le dégoût.

Champignons. — Les champignons entrent pour une part notable dans le régime des carêmes russes. En Silésie, en Bohême, dit Strohmer, on les recherche avec soin et on les accommode de cent manières, seuls ou avec la viande, les œufs, etc. Les marchés de Milan, de Florence, abondent de cèpes et d'oronges, dans la saison. Il en est de même dans les villes du Midi de la France et, autour de Versailles, nous avons vu personnellement (à Saint-Cyr), un grand nombre de ménages peu aisés faire des cèpes une part importante de leur alimentation pendant des mois entiers, mettre le champignon à sécher, le confire au vinaigre.

On est tout d'abord attiré par le fumet et la saveur des champignons comestibles. Les analyses de Vauquelin, Bouillon-Lagrange, Braconnot, Dessaignes, Liebig, Pelouze, Boudier, qui accusaient une notable proportion d'azote dans les champignons, leur vague physionomie de chair et jusqu'à l'odeur cadavérique, notée par A. Bertillon, qu'ils répandent en se putréfiant dans les forêts, leur avaient valu une réputation de richesse alimentaire qui les plaçait notablement au-dessus des légumes herbacés et même des autres. C'était immédiatement après la viande qu'il fallait les ranger. Des études

plus récentes ont montré qu'il faut en rabattre considérablement et que la réelle valeur des Champignons consiste à être un assaisonnement remarquable de substances positivement nourricières.

Ils renferment au moins 90 p. 100 d'eau. Le reste, à l'état frais, est constitué comme il suit, d'après Kœnig :

Composition (p. 100) *de la substance solide des champignons.*

	Matière azotée.	Graisse.	Sucre et mannite.	Cellulose.	Sels.
Champignon de couche....	3,63	0,18	1,17	1,39	0,61
Morilles..................	3,48	0,24	0,72	0,94	0,67
Cèpes.....................	3,83	0,18	0,48	0,67	0,61
Pied-de-mouton...........	2,44	0,21	0,78	0,67	0,69
Truffe....................	8,65	0,47	»	5,58	1,77

Mais cette matière azotée, que Saltet et Uffelmann ont trouvée moyennement de 25 à 26 p. 100 de toute la substance sèche, n'est pas entièrement de l'azote sous forme d'albumine. Un quart de cet azote (Saltet, Strohmer, Böhmer, Uffelmann, etc.) appartient à des corps encore mal connus, voisins des produits de décomposition de l'albumine et impropres à la nutrition. Strohmer a obtenu ses résultats sur l'un des champignons les plus estimés, le cèpe (*Boletus edulis*); ce qui les rend décisifs. D'ailleurs, cet auteur, aussi bien que Saltet, a reconnu qu'une bonne partie de la matière azotée des champignons se retrouve inaltérée dans les selles (30 p. 100 en moyenne) et même qu'il passe assez souvent des fragments entiers de champignons non attaqués par les sucs digestifs.

En supposant que l'estomac robuste des paysans élabore mieux que celui du médecin qui s'est prêté aux expériences de Saltet, il n'est toujours pas possible qu'il tire parti de l'azote non protéique des champignons, ni qu'il puisse consommer assez de ces végétaux aqueux pour y trouver sa ration d'azote à chaque repas.

Comme, néanmoins, les paysans de certaines contrées en mangent beaucoup et que les gens des classes riches ne les dédaignent pas, il importe de distinguer les espèces comestibles des autres. A Paris, on ne tolère sur les marchés que la morille et les champignons de couche ; c'est prudent, mais trop simple, puisque l'on écarte des champignons du plus haut goût. Mieux vaut vulgariser la connaissance des champignons comestibles, tout d'abord en prêchant l'inanité des caractères prétendus *généraux* et des correctifs culinaires qui seraient une garantie contre les champignons vénéneux. Le maître d'école, en quelques promenades, d'ailleurs très hygiéniques, dans les bois, pourrait aisément familiariser les enfants avec les champignons comestibles, au moyen de leçons de choses. Les espèces comestibles, bolet, oronge vraie, mousseron, morille, chanterelle, pied-de-mouton, ont des caractères d'ensemble assez tranchés. Il faut pourtant prévenir que des champignons mangés impunément dans une contrée pourraient n'être pas inoffensifs dans une autre. A Breslau, Ponfick a démontré la toxicité des morilles (*Helvella esculenta*).

Le traitement par le vinaigre, renouvelé de Pline, proposé par F. Gérard et par L. M. Gautier, laisse généralement leurs principes vénéneux aux champignons qui en renferment ; mais il enlève à coup sûr leur saveur aux bons.

Les vomitifs et les purgatifs sont le remède aux empoisonnements par les champignons. Comme il convient, dans ces cas, de ne pas ingérer de liquides

aqueux, pour ne pas favoriser l'absorption du poison, les moyens mécaniques du vomissement, ou les émétiques qui n'ont pas besoin d'eau, à la rigueur les préparations huileuses, sont à recommander. C'est probablement comme liquide gras que le lait a rendu des services.

Fruits mûrs. — On en fait, avec raison, deux classes : les fruits *huileux* ou *farineux* (noix, châtaignes, dattes), qui ont un rôle sérieux dans l'alimentation ; et les fruits *pulpeux*, médiocres par eux-mêmes, mais précieux par leur aptitude au rôle de condiments et la façon dont ils répondent au besoin de variété dans le régime auquel l'homme est soumis.

Les principes utiles que l'on rencontre dans les fruits sont : le sucre de canne ou le sucre interverti, particulièrement abondant chez les *fruits sucrés;* les fraises de bois en renferment 4,5 p. 100; les prunes, 6,7 ; les reines-claudes, 24,8 p. 100; l'amidon, qui fait des *fruits féculents*, tels que la châtaigne, un succédané du pain; les acides organiques qui caractérisent les *fruits acides*, comme les groseilles, bien qu'à l'état libre leur proportion ne dépasse pas 0,5 p. 100; la graisse, dont le chiffre dépasse beaucoup celui de l'eau dans les *fruits huileux* et s'élève à 54 p. 100 dans les amandes douces, à 25 p. 100 dans la noix de coco; la matière azotée, toujours en proportion médiocre. La moyenne de l'eau est de 70 à 85 p. 100; les prunes en ont 71 p. 100, les framboises 83, les fraises 86 ; mais les amandes douces n'en présentent que 3,5. La *pectine* est une substance non azotée soluble, existant dans les fruits mûrs, où elle remplace la *pectose* des fruits verts. Il ne faut pas négliger de tenir compte des huiles éthérées, qui donnent aux divers fruits leurs parfums spéciaux, si variés. La plus grande partie des acides organiques est libre; le reste est à l'état de sels de potasse et de chaux. On sait quelle réputation, d'ailleurs méritée, s'est acquise le jus du citron (*lime-juice*) dans le traitement et, mieux encore, dans la prophylaxie du scorbut; dans le cas particulier, ce sont les citrates et surtout l'acide citrique qui sont l'élément utile.

Insuffisants par eux-mêmes, souvent mal supportés par l'estomac à cause de la grande quantité d'eau qu'ils renferment et de la cellulose qui enveloppe leur pulpe, les fruits s'associent très bien à d'autres substances alimentaires plus riches, mais sèches et de peu d'arome, telles que le pain. Il y a une sorte d'action réciproque des deux substances l'une sur l'autre, d'où résulte une utilisation plus parfaite de chacune d'elles; à l'époque des figues et des raisins mûrs, avec des galettes de blé nouveau, les Kabyles nagent dans l'abondance et ont le sentiment du bien-être le plus complet, sans manger plus de viande qu'en temps ordinaire.

Les fruits sucrés ou acides rendent de grands services aux convalescents de maladies graves; ils réveillent le goût et l'activité digestive sans que l'on ait à craindre d'avoir fourni à des organes encore endoloris ou torpides un aliment trop substantiel et d'une élaboration difficile.

Nous devons une mention spéciale aux *châtaignes*, dont le département du Var produit les meilleures et qui sont une grande ressource dans les Alpes, en Bretagne et ailleurs; et aux *dattes*, qui constituent un élément considérable de l'alimentation des Arabes. Morin assigne aux dattes la

composition suivante : albumine, 29 p. 1000; hydrocarbonés (glucose, acide pectique), 479.

Composition des fruits huileux et féculents (J. Kœnig).

ÉLÉMENTS.	NOIX.	NOISETTES.	AMANDES.	CHATAIGNES.
Eau	4,7	3,8	5,4	51,5
Substances solides	95,3	96,2	94,6	48,5
Albumine	16,4	15,6	24,2	5,5
Graisse	62.8	66,5	53,7	1,4
Hydrocarbonés	7,9	9,0	7,2	38,3
Ligneux	6,2	3,3	6,5	1,6
Cendres	2,0	1,8	3,0	1,7

Composition des fruits pulpeux (J. Kœnig).

ESPÈCES.	EAU.	ALBUMINOÏDES.	ACIDES.	SUCRE et hydrocarbonés.	LIGNEUX et noyau.	CENDRES.
Pommes	83,6	0,4	0,8	12,9	2,0	0,3
Poires	83,0	0,4	0,2	11,8	4,3	0,3
Quetsches	81,2	0.8	0,8	12,1	5,4	0,7
Cerises	80,3	0,6	0,9	11,4	6.1	0,7
Raisins	78,2	0,6	0,8	26,3	3,6	0,5
Airelles	78,4	0,8	1,7	5,9	12,2	1,0

Graisses végétales. — Nous n'entendons parler que de celles qui sont comestibles. Sauf le *beurre de cacao*, dont il ne sera question que plus loin, toutes sont liquides, mais ne sont obtenues que par une opération préliminaire, généralement mécanique. En dehors de leur rôle alimentaire de graisses, leur arome et leur saveur en font de précieux condiments.

Huile d'olives. — L'huile d'olives est la plus importante des huiles alimentaires et la plus précieuse de toutes les graisses végétales. On l'obtient du fruit de l'olivier (*Olea Europæa*), graine et noyau, par le pressage. Le premier pressage donne une huile verdâtre, avec un fumet d'olives manifeste et qui est regardée comme la plus fine ; c'est l'*huile vierge*. Un deuxième pressage à chaud donne l'*huile de Provence, de Gênes, de Lucques*, de coloration ambrée, encore très bonne, mais rancissant plus vite que la précédente. Enfin, les tourteaux soumis une troisième fois à la pression abandonnent encore de l'huile dont les premières portions servent dans les usages alimentaires et le reste dans l'industrie.

La bonne huile de Provence est un liquide un peu épais, sans odeur, d'une saveur douce et agréable. A 12°,5 elle abandonne déjà de la stéarine grumeleuse; à 2°,5, elle prend la consistance butyreuse. Elle est peu soluble dans l'alcool, mais facilement soluble dans l'éther; elle brûle sans fumée et avec une flamme claire: si l'on en a imbibé un papier et qu'on l'allume, celui-ci répand une mauvaise odeur au moment où l'on a éteint

la flamme. Elle *rancit* avec le temps et prend une odeur et un goût désagréables. C'est une huile grasse *non siccative*. On lui attribue une densité de 0,916 ou 0,918.

L'huile vierge se solidifie à des températures moins basses ; à 5° en quelques minutes ; à 20° en dix-neuf heures.

Huiles de sésames et d'arachides. — Ce sont encore des huiles non siccatives. La première est extraite des graines du sésame (*Sesamum orientale*), cultivé en Égypte ; comme elle est sans couleur et sans goût, on la marie volontiers avec l'huile d'olives. Elle se solidifie à — 5°, sa densité est entre 0,721 et 0,923. La seconde se fabrique avec les graines d'arachides (*Arachis hypogæa*), qui, comme on sait, mûrissent en terre et sont très riches en une huile dont les qualités soignées peuvent entrer dans l'alimentation. Elle se solidifie à — 3°. Densité 0,915.

Huiles de noix et d'œillette. — Ce sont des variétés *siccatives*. L'huile de noix est jaunâtre, sans odeur, d'un goût agréable. L'huile d'œillette ou de pavot blanc (*Papaver somniferum*) est sans odeur, d'une saveur douce et agréable, très fluide et (faite à froid) d'une couleur jaune d'or. Sa pesanteur spécifique est de 0,913. Elle se solidifie à — 18° et reprend sa fluidité à — 2°.

Huiles rares ou peu comestibles. — On consomme, dans les pays pauvres, l'*huile de faînes*, fruit du hêtre (*Fagus sylvatica*). Elle est très fluide, sans odeur (à froid), d'une saveur douce et d'une couleur jaune. Elle s'épaissit à 13° et se solidifie à — 17°. Densité 0,920 à 0,923. Enfin, l'*huile de colza* (*Brassica Napus*) ou de navettes, qui, fabriquée par les procédés ordinaires, est brunâtre, d'un goût et d'une odeur détestables, peut devenir, par la clarification, assez incolore et assez peu odorante pour être consommée par les classes pauvres. On s'en sert plus souvent pour falsifier d'autres huiles. Elle abandonne de la graisse solide à — 4° et se solidifie complètement à — 6° ou — 8°. Pesanteur spécifique 0,911 à 0,914.

Les graisses végétales remplissent le même rôle alimentaire que les graisses animales ; il n'est pas utile d'en dire plus pour avoir affirmé leur grande importance économique et hygiénique. Quelques-unes d'entre elles, par leur richesse en substance grasse et leur parfum, comme l'huile d'olives, sont des denrées vraiment précieuses, et, conséquemment, d'un prix toujours élevé. Aussi, la cupidité commerciale s'acharne-t-elle à la falsification des huiles, favorisée malheureusement par la difficulté des analyses.

Mélanges et falsifications. — La fraude la plus habituelle consiste dans la vente, comme huile d'olives et au même prix, des huiles qui n'en sont pas ou qui sont un mélange d'huile d'olives avec une huile de valeur moindre, l'huile d'arachides, par exemple.

La pesanteur spécifique peut servir à renseigner sur la nature de l'huile offerte par le marchand. Mais c'est, évidemment, un criterium délicat, puisque la densité des différentes huiles oscille dans des limites étroites.

Le *point de solidification* a plus de valeur. Ainsi, l'on sait que l'huile d'olives se solidifie à + 2°,5, tandis que pas une des autres ne se modifie à une température moins basse que — 4° ou — 5°. On distinguerait le mélange d'une huile de colza avec l'huile d'œillette, par exemple, à ce que la première se prendrait à — 6°, la seconde à — 18°.

Toutes les huiles non siccatives ont la propriété de former avec l'acide azotique une masse blanche solide (*élaïdine*), que ne donnent pas les autres.

On verse dans un tube cylindrique à expériences environ 5 centimètres cubes d'acide azotique concentré, sur lequel on projette quelques parcelles de rognure de cuivre; il se dégage des vapeurs rutilantes d'acide hypoazotique. On ajoute 5 centimètres cubes de l'huile à essayer, on agite et on laisse reposer pendant quelques heures. Après un laps de temps qui varie entre trois et six heures, l'*huile de Provence* pure est prise en une masse butyreuse blanchâtre; s'il s'agit d'un mélange avec d'autres huiles *grasses*, la masse est :

Jaune rougeâtre..................................	avec l'*huile de faînes*.
Rouge..................................	— l'*huile de sésame*.
Brunâtre..................................	— l'*huile de colza*.

L'huile d'olive additionnée d'huile d'œillette ou de noix (siccatives) ne se prend qu'incomplètement ; le liquide ne fait que s'épaissir ou bien l'huile fluide surnage au-dessus de l'élaïdine.

Il n'est malheureusement possible de reconnaître l'huile d'arachides qu'à son goût et à sa saveur.

L'huile de colza brunit la solution alcoolique de nitrate d'argent.

On doit éviter de conserver l'huile dans des vases de plomb, de cuivre ou de zinc ; elle oxyde, à la longue, ces métaux.

Maladies alimentaires d'origine végétale. — Nous ne reviendrons pas ici sur les accidents isolés ou de caractère banal, tels que les troubles gastro-intestinaux causés par le pain moisi, l'empoisonnement par les sels métalliques dans le pain, l'empoisonnement par les champignons, ni même sur le *lathyrisme*, en somme peu familier à l'Europe. Les lignes qui vont suivre seront consacrées à trois grands fléaux, qui ont désolé ou désolent encore de vastes groupes et sont à la fois des maladies générales et des maladies populaires.

Ergotisme. — C'est la maladie que Linné avait fait appeler *raphanie*, parce qu'il l'attribuait à la présence dans les céréales du raifort sauvage (*Raphanus raphanistrum*), et qu'on nomme en Allemagne *Kriebelkrankheit*, parce que les symptômes convulsifs sont extrêmement prédominants, sinon exclusifs ; qui a été, en France, très probablement, l'une des formes les plus communes des *feux* du moyen âge et que l'on a fini par désigner sous le titre de *maladie* ou *convulsion céréale*, concurremment avec l'appellation d'*ergotisme gangréneux* lorsque, comme c'est le cas habituel chez nous, le fléau se caractérisait par le sphacèle des extrémités.

Malgré diverses circonstances difficiles à expliquer, l'ergotisme paraît bien dépendre de l'usage du seigle avarié et spécialement du seigle envahi par l'ergot (*Claviceps purpurea*).

Les objections sont celles-ci :

1° L'ergotisme, les feux et les convulsions céréales ont été longtemps sans faire parler d'eux, bien que l'importation du seigle date du temps des Huns ;

2° On a vu des années dans lesquelles les récoltes de seigle étaient fortement ergotées sans que les accidents convulsifs ou gangréneux soient apparus;

3° La misère générale, la pénurie de grains, la mauvaise qualité de ceux-ci, se sont habituellement rencontrées aussi bien que l'ergot dans les années marquées par les épidémies céréales;

4° Pourquoi la même cause ferait-elle éclater des convulsions en Allemagne et des gangrènes en France?

Mais ces objections ne paraissent pas atteindre à autre chose qu'à la nécessité d'explications nosologiques ; peut-être les trouvera-t-on, comme le pense Léon Colin, dans les différences de temps, de lieux, de races. Les faits positifs restent et il ne peut être douteux que l'ergotisme, gangréneux ou convulsif, ne relève immédiatement de la présence, dans le seigle consommé, d'une proportion plus ou moins considérable de grains envahis par le champignon de l'ergot. En effet, 1° l'action du seigle ergoté, démontrée par l'expérimentation (Vétillart, Boucher, Bonjean, Millet, Wright, Holmes, etc.), est parfaitement conforme à la nature des accidents observés dans les épidémies d'ergotisme; 2° on a toujours trouvé cette altération dans le seigle consommé par les groupes chez qui les accidents se sont montrés; 3° la maladie ne se montre pas dans les pays où l'on ne consomme pas de seigle, et ne sévit jamais sur les enfants à la mamelle; 4° les faits négatifs ne prouvent rien contre les précédents.

En France, 2 millions d'hectares, sur 15 millions qui sont consacrés à la culture des céréales, sont occupés par le seigle (collines granitiques, plaines sablonneuses, étangs des Dombes et de la Sologne), mais tendent à diminuer de jour en jour. L'ergotisme est devenu rare; les dernières manifestations épidémiques en ont été signalées par Barrier, en 1855, dans les départements qui entourent Lyon.

La prophylaxie de l'ergotisme consiste dans l'appropriation des terres à la culture de céréales supérieures, du blé; dans l'extension des transactions commerciales, qui permettent aux producteurs de seigle de l'échanger contre du blé pour leur alimentation ; dans la diffusion de l'instruction, qui ouvrira les yeux des populations sur le danger spécial. Peut-être trouvera-t-on quelque moyen de prévenir le développement de l'ergot ou de tuer le parasite, sans atténuer les propriétés nutritives de la céréale. Le blé, qui n'échappe pas à l'ergot, n'est pourtant pas accusé comme le seigle.

La mouture *haute* contribue puissamment à écarter de la farine la poudre des grains ergotés. Quand les meules sont assez rapprochées pour comprimer les grains de blé, ceux-ci ne s'écrasent pas tout d'abord, parce qu'ils sont élastiques et plient; les pierres et les grains d'ergot, qui sont friables, se réduisent en une poussière qu'il est facile de séparer au tamis, avant de pousser plus loin les opérations.

Pellagre. — Il y a, aujourd'hui, peut-on dire, trois opinions sur l'étiologie, par conséquent sur la nature de la pellagre.

Une théorie, assez répandue et que soutinrent, en France, de graves autorités (Landouzy, Ch. Bouchard, Gintrac, Béhier, Hardy), de même qu'elle eut, en Italie, des adhérents convaincus (Maffoni, Trompeo, Demaria, Bonfigli), fait de la pellagre une maladie à peu près banale, le « mal de misère », par excellence, dû à toute mauvaise alimentation, par le maïs, le millet, et à d'autres causes aggravant celle-ci ou agissant dans le même

sens. Il faut, sans doute, en rapprocher la « pellagre des aliénés », que Billod présentait comme un des attributs de quelques folies.

En raison de l'extrême prédominance de la pellagre dans les contrées où le maïs est la base de l'alimentation et de son incontestable rareté ailleurs : en raison, surtout, de son absence dans des régions où l'alimentation n'est pas de maïs, mais est très inférieure (Irlande, Silésie, etc.) et devrait souvent engendrer le mal de misère; nous croyons que l'étiologie de la pellagre n'a pas cette largeur et cette banalité.

D'ailleurs, sauf qu'il n'a pas de gluten et ne peut faire que des bouillies (*polenta*) et de la galette, le maïs bien conservé n'est pas un aliment très pauvre (voy. le tableau, page 929), et des tribus considérables s'en nourrissent avec avantage (Mexique, Pérou, Franche-Comté, etc.).

La deuxième opinion est celle de Balardini, précisée et défendue avec un grand éclat par Th. Roussel, modernisée par Lombroso (de Turin), d'après laquelle la pellagre est une *intoxication alimentaire due au maïs altéré*. A l'origine, on accusa, soit pour lui-même, soit pour ses effets sur la graine, le champignon du *verdet* ou *verderame*, auquel Balardini imposa le nom de *Sporisorium Maydis*. Pour Lombroso, les agents de l'altération dangereuse du maïs sont plutôt des moisissures du genre *Eurotium* et *Oïdium*. Mais l'agent a moins d'importance que le produit. Au point de vue qui nous occupe, ce produit serait une substance alcaloïde, qui provoque des convulsions cloniques chez les chiens et les grenouilles, de la paralysie et de la narcose chez d'autres animaux. Lombroso, aidé du chimiste Erba, et sous la pression de la contradiction qui lui était opposée par l'Institut Lombard, a pu isoler cet alcaloïde et lui a donné le nom de *pellagrozéine*, pendant que Brugnatelli, à Palerme, Tizzoni à Pise, en isolaient un autre (ou le même), auquel ils reconnaissaient un pouvoir tétanisant.

Husemann et Cortez, en Allemagne, ont répété les expériences de Lombroso et confirmé ses idées relativement à l'alcaloïde toxique provenant de la fermentation du maïs ; selon eux, il ne doit y avoir qu'une faible distance de cet alcaloïde à ceux de la putréfaction cadavérique, selon les vues de Zülzer à l'égard des phénomènes variés que l'on observe à la suite de l'ingestion d'aliments putrides. En d'autres termes, il s'agit à peu près d'une ptomaïne (voy. p. 472) et ainsi se vérifie ce que nous disions, contrairement à Forster, de la possibilité de rencontrer un principe dangereux dans des substances alimentaires végétales corrompues, aussi bien que dans des matières animales.

Au Congrès médical de Gênes (1880), à la suite d'une communication du Dr Schilling sur la pellagre de l'*Agro Romano*, Manassei, Falcone, de Pietra-Santa, affirmèrent la légitimité de la doctrine de Lombroso, et le Congrès l'adopta à l'unanimité. De telle sorte que l'opinion de Balardini, avec la correction de Lombroso, est véritablement redevenue l'opinion *italienne*.

Une troisième doctrine peut s'appeler l'*étiologie parasitaire* de la pellagre. Il y a, évidemment, plus d'une raison de penser que la pellagre peut être une maladie infectieuse ; c'est, en particulier, l'avis de notre savant

ami, le professeur Kelsch. Dans ce cas, rien de plus naturel que d'en rechercher le bacille ou le microcoque. Un « *bacterium Maydis* » a été signalé par Cuboni. En 1882, Majocchi (de Parme) annonça avoir découvert, sur le maïs gâté, un schizomycète bacillaire qu'il retrouva ensuite dans le sang des pellagreux, surtout à la période aiguë, et jusque dans la substance cérébrale, aux autopsies. A la peau, pendant le stade d'érythème pemphigoïde, le microorganisme se montre au pourtour des vaisseaux sanguins et jusque dans les interstices des cellules du réseau de Malpighi, mais sous forme de microcoques et non de bâtonnets.

Si ce microbe a réellement un rôle pellagrogène, c'est un cas particulier de la doctrine générale du *Zéisme.*

L'enquête du gouvernement italien, publiée en 1880, portait à 97,855 le chiffre des pellagreux de ce pays. C'est peut-être exagéré. La Société d'hygiène de Milan voulut, en 1883, contrôler pour sa province l'exactitude de ces résultats et y recommença l'enquête ; elle ne trouva plus que 4,366 pellagreux dans la province de Milan, au lieu de 6,212 dans le document officiel. Mais c'est encore beaucoup ; il y a, évidemment, d'énergiques efforts de prophylaxie à accomplir de ce côté. Il faut *diminuer la culture du maïs* et le remplacer par de bon grain; *abandonner peu à peu son usage* comme base de l'alimentation, ainsi qu'on l'a fait dans les Landes françaises, où il est converti en alcool qui sert à fabriquer du vin de Bordeaux; *choisir*, pour la culture, *les variétés qui mûrissent bien;* achever la maturation par de bons greniers ou même des fours à torréfaction, comme en Franche-Comté; assurer la cuisson parfaite de toutes les préparations du maïs ; y associer la viande, le poisson, le vin. (Nous devons noter, toutefois, que le maïs altéré, d'après Lombroso, ne perd son activité toxique que par une ébullition à 120° avec de la chaux vive.)

Scorbut. — Jusqu'en 1874, les médecins croyaient, à peu près universellement, que le scorbut, maladie banale de *dénutrition*, naît du défaut soutenu de substances fraîches dans l'alimentation et, d'une façon plus spéciale, du défaut de substances végétales fraîches. Ce n'est pas précisément Lind qui avait formulé cette doctrine ; bien qu'il ait préconisé le *lime-juice* à l'égal presque d'un spécifique, l'illustre auteur du *Traité du scorbut* regardait le froid humide comme la cause prédisposante de la maladie et ne voyait dans la privation de végétaux frais qu'une cause occasionnelle. Mais tous les épidémiologistes avaient été frappés de certains faits très expressifs : dans les sièges de villes, c'étaient les assiégés plutôt que les assiégeants qui avaient le scorbut ; dans les camps, les soldats seuls en souffraient et point les officiers ni les médecins; le scorbut affectionnait la saison d'hiver et les expéditions maritimes des régions glaciales, dans lesquelles les équipages sont forcés de vivre de conserves et ne trouvent pas à relâcher sur des côtes fertiles en fruits ou en légumes. La vapeur, en raccourcissant la durée des traversées, diminuait visiblement les ravages du scorbut; le développement de la culture de la pomme de terre agissait dans le même sens, soit vis-à-vis du scorbut marin, soit à l'égard du scorbut terrestre. Les apparitions de celui-ci coïncidaient avec les années de

mauvaise récolte ; on en vit une en Europe, particulièrement, de 1846 à 1848, alors que la maladie de la pomme de terre enlevait une ressource qui eût pu pallier la disette de céréales. Le scorbut était, comme il l'est encore à un moindre degré, familier des prisons, dont le régime, aussi monotone que peu réparateur, comportait l'usage prolongé du lard et des légumes secs. En Russie, on l'observait régulièrement, et chez les pauvres, pendant les carêmes rigoureux du rite grec orthodoxe (Félix). Enfin, rien n'était plus évident que l'heureuse influence de la réintroduction, dans le régime, de végétaux frais, pour ainsi dire quelconques, sur la guérison du scorbut et l'extinction de ses épidémies. La viande fraîche elle-même n'avait pas ce pouvoir ; témoin l'épidémie du *Colbert*, en 1864 (L. Colin).

Villemin, en 1874, vint apporter à l'Académie de médecine une doctrine étiologique nouvelle, rangeant le scorbut parmi les maladies zymotiques, infectieuses et contagieuses. Les privations alimentaires, y compris l'absence de végétaux frais, ne joueraient plus, dans la genèse de ce fléau, qu'un rôle secondaire, un rôle de préparation de l'économie ; quant au milieu d'éclosion et de pullulation du germe, ce serait encore l'atmosphère putride, comme elle l'est dans les navires mal construits et mal ventilés, dans les tentes militaires, les baraques, les prisons, et tous autres abris collectifs, lorsqu'il y a encombrement. Quelques faits, rares à la vérité, sembleraient même, à l'appui de cette doctrine, pouvoir passer pour des exemples de contagion du scorbut.

Le Roy de Méricourt protesta, en qualité de médecin de marine. Nous protestâmes nous-mêmes, sous l'impression de nos souvenirs de Crimée. Un peu plus tard, on sut, par les docteurs Rochefort et Nicolas, que dans l'expédition polaire du capitaine Nares (1875-1877), le scorbut avait ravagé les explorateurs *en traîneaux*, qui n'avaient emporté ni vivres frais ni *lime-juice*, et avait épargné les équipages restés sur les navires, c'est-à-dire dans un air relativement confiné. Les effets si remarquables du *lime-juice* sont aussi bien étonnants vis-à-vis d'une maladie qui serait infectieuse et, par conséquent, parasitaire. Les Anglais le distribuent aux hommes dès qu'ils tiennent la mer depuis quinze jours, c'est-à-dire *prophylactiquement;* aussi n'ont-ils que 3 ou 4 scorbutiques par an sur leurs 50,000 marins. Sur nos vaisseaux, on attend quelquefois, à tort, qu'il y ait lieu d'employer le lime-juice comme moyen curatif. Dans tous les cas, il semble que cette préparation doive avoir des effets de physiologie chimique plutôt qu'une action antiseptique et parasiticide.

Le *lime-juice* est du jus de citron concentré et alcoolisé, quelquefois sucré, que l'on conserve sous une mince couche d'huile pour empêcher le contact de l'air. Il se conserve bien et longtemps, sauf qu'il se congèle par le froid. Les marins l'acceptent avec plaisir, et, associé au rhum, il remplace avantageusement l'eau-de-vie.

Il est probable, selon l'explication de Villemin lui-même, que les acides organiques du citron ou de végétaux quelconques, combinés à la potasse, ont pour effet définitif de restituer au sang son alcalinité normale. Telle serait la raison de l'efficacité thérapeutique et surtout préventive du *lime-juice.*

Les observations échangées dans la discussion qui eut lieu au sein de l'Académie

de médecine (1874-1875) ne détruisent pas l'étiologie alimentaire du scorbut; mais peut-être méritent-elles qu'on modifie sur quelques points les anciennes idées. Il se pourrait que les végétaux frais, tout en gardant le premier rang, ne fussent pas les seuls préservatifs du scorbut, et que les aliments quelconques dans le même état, la viande fraîche par exemple, jouissent du même pouvoir préventif, à un degré moins élevé. Il se pourrait même que, dans de certaines occasions rares, le scorbut acquît des propriétés de transmissibilité infectieuse qu'il n'a pas d'ordinaire, comme on voit la dysenterie, généralement intransmissible, revêtir parfois les allures d'épidémie à foyers infectieux, susceptibles d'extension par véhiculation humaine (Blachez).

En pratique, il conviendra de combattre et de prévenir le scorbut par le cube respiratoire assuré aux équipages dans les navires en même temps que par l'embarquement de denrées fraîches, végétales surtout; l'histoire lamentable du trois-mâts *l'Avenir*, racontée par Mathelin et appartenant à la marine marchande, ne doit jamais plus se reproduire.

VI. Les condiments.

Les condiments ne servent à peu près à rien, en tant que fixation et utilisation de matériaux nutritifs. Cependant, l'homme les recherche avec autant d'ardeur que les aliments mêmes. Ils agissent surtout par leur *sapidité*, leur *parfum*, les qualités extérieures qu'ils donnent aux réelles substances alimentaires, avant, pendant ou après le repas (alcool, café, thé).

Quelques-uns des condiments ont été traités d'*aliments d'épargne;* Gubler, Marvaud, ont cherché à édifier cette théorie subtile, en ce qui concerne l'alcool ; les récits des voyageurs, au sujet du *Maté*, du Paraguay, de la *Coca* du Pérou, ont fait le reste. En fait, dit Forster, il n'y a d'aliments d'épargne que ceux qui contiennent des principes alimentaires et qui épargnent, en effet, à l'économie la peine de vivre de sa propre substance. Le café, le thé, n'amoindrissent pas la dépense d'albumine dans l'économie (Hoppe-Seyler, Voit, Dehn, Roux). Si Rabuteau est arrivé à des résultats différents, c'est qu'il a mal distribué l'apport des substances alimentaires. Couty, Guimaraes et Niobey (1883) concluent de leurs expériences que le café augmente la consommation des aliments azotés, mais diminue celle des aliments hydrocarbonés. Si les expériences ont été bien conduites, le café ne serait utile qu'aux travailleurs disposant d'une riche alimentation azotée et n'épargnerait que les hydrocarbonés, c'est-à-dire les substances qui ont le moins de valeur.

D'autres condiments n'ont, à première vue, d'autre raison d'être, que le caractère artificiel de la vie humaine et l'art que possède notre espèce de se créer des besoins factices. Un usage modéré de ceux-ci est légitime; il rentre dans le vaste ensemble des choses qui affinent et complètent l'homme et sa productivité. Ils sont très nombreux. Beaucoup de substances alimentaires les portent avec elles. Le condiment est même, parfois, tout moral : un souvenir, l'entourage, le fait de manger en compagnie au lieu d'être seul.

Forster fait deux groupes de ce second ordre de condiments :

1° Les *assaisonnements* qui sont toujours consommés avec des matières alimentaires et se distinguent par leur odeur, leur saveur : sel marin, épices (poivre, moutarde, etc.). Quelquefois, ils se développent par la préparation même des substances (le fumet de la viande rôtie, du pain frais).

2° Les choses que l'on mange ou que l'on boit, moins pour leurs propriétés nutritives que pour leurs qualités agréables ou excitantes : préparations sucrées, pâtisseries, fruits, etc.

Certains condiments émoussent le sentiment de la faim (quelques gorgées de vin, de café, la coca, le maté, le tabac); d'autres celui de la soif (sucre, suc de citron, etc.). C'est assurément précieux pour les troupes de terre ou de mer.

La plupart des substances alimentaires ne seraient pas comestibles pour l'homme sans les condiments. Nous l'avons dit : une substance alimentaire n'est pas encore un aliment. Il en est même qui, sous leur forme brute, répugnent. Il n'est donc pas étonnant que les condiments, sans avoir de valeur alimentaire absolue, coûtent souvent fort cher.

Les condiments favorisent la digestion en provoquant la congestion vasculaire de la muqueuse gastrique et la sécrétion des sucs digestifs. Ainsi, le bouillon, les salaisons, le caviar, le fromage à la fin du repas, le vin. Le sucre et le sel, à peine arrivés dans la bouche, provoquent la sécrétion de salive; la vue seule, le souvenir même, produisent souvent le même effet. D'ailleurs, introduites dans la circulation, ces substances déterminent aussi les sécrétions dont il est parlé; une solution de sucre injectée dans une veine mésentérique pousse à une sécrétion abondante de bile.

Il semble donc que les condiments, toutes choses égales d'ailleurs, fassent digérer la nourriture *plus complètement* ou *plus rapidement*, ce qui évite les fermentations intestinales. Cependant, Forster, Bischoff, Hofmann ont reconnu que l'estomac de l'homme peut digérer avec une égale rapidité de la viande lavée, macérée à chaud ou à froid, sans goût ou même dégoûtante, ou bien de la viande rôtie ou toute autre avec les dehors les plus appétissants. En revanche, le bouillon sapide et parfumé rend de grands services aux malades et réveille l'appétit languissant chez ceux qui entrent en convalescence (Kemmerich).

Il faut rechercher l'alternance et la variété dans les condiments. Plus une substance est sapide, plus sa répétition entraîne la monotonie. Les convives des repas monotones finissent par ne plus manger que du bout des dents et il y a un véritable gaspillage de matière alimentaire. Autrefois, on voyait les recrues, dans l'armée, manger avec un extrême appétit, à leur arrivée, et engraisser dans les premiers mois ; puis, ces belles dispositions se perdaient, en face de l'éternelle réapparition de la soupe et du bœuf, d'abord bien accueillis, lorsqu'on arrivait du village. Et les hommes maigrissaient, dès la deuxième année de service. Les hygiénistes militaires recommandent depuis longtemps, avec infiniment de raison, l'*alimentation variée.* Essayée timidement sur divers points, selon l'initiative des chefs de corps, cette pratique a été étudiée avec un grand mérite par C. Schindler,

à qui l'on doit d'avoir inspiré la décision par laquelle la méthode est entrée dans les règlements militaires français.

On a dit, et nous l'admettons sans peine, que les repas monotones, fades, dénués des accessoires qui les entourent de quelque séduction, poussent leurs convives vers l'alcool. Aussi, les raffinements culinaires dans de certaines limites, la table et les sièges commodes, la vaisselle brillante, le linge propre, ne sont pas du luxe ; c'est de l'économie alimentaire. L'introduction des réfectoires dans les casernes a tout d'abord produit ce résultat, sans parler du côté moral.

Nous aurons occasion d'ajouter quelques autres considérations du même ordre, en parlant de l'*art culinaire*, qui est surtout l'art de manier les condiments, de faire ressortir ceux que les substances portent en elles-mêmes et de donner à celles-ci, dans tous les cas, le condiment de la forme.

Le sucre. — Les sucres utilisables sont : le *sucre de canne*, le *sucre de raisin* (glucose, sucre de fécule, etc.), le *sucre de lait* (lactose, galactose).

Le *sucre de canne* ($C^{12}H^{22}O^{11}$) se tire de la canne à sucre, de la betterave, rarement de la tige de maïs ou de la sève de l'érable. Il est soluble dans un tiers d'eau froide et en toutes proportions dans l'eau chaude : ses solutions concentrées (sirop) sont pâteuses, se conservent indéfiniment et servent à conserver d'autres substances. A 160°, il fond et donne un liquide épais qui, par le refroidissement, se prend en une masse vitreuse (*sucre d'orge*). A 210°, la matière brunit et, en se refroidissant, forme un corps brunâtre, rugueux, très hygroscopique, le *caramel*. A une température encore plus élevée, il brûle avec flamme, en répandant une odeur aromatique. Les acides minéraux étendus le transforment en « sucre interverti ».

Le *sucre de raisin* (dextrose, glucose), $C^6H^{12}O^6$, existe naturellement dans les raisins, les cerises, les poires, les figues, etc. ; il est très répandu dans l'économie animale. L'action de la salive et du suc pancréatique convertit en sucre de raisin, la cellulose, la gomme, l'amidon. L'économie le produit en abondance et l'évacue par les urines dans la diabète « sucré ». La levûre de bière y détermine la fermentation alcoolique et le dédouble en alcool, acide carbonique, glycérine et acide succinique. Mêlé à une solution alcaline et abandonné à l'air dans une température de 30 à 40°, il subit, sous l'action du *Penicillium glaucum*, la fermentation lactique.

Le sucre de lait ($C^{12}H^{22}O^{11}+H^2O$) ne se trouve que dans le lait des mammifères (2 à 8 p. 100). A 170°, il passe à l'état de *lactocaramel*. Chauffé avec des acides organiques forts ou des acides minéraux étendus, il devient galactose et est susceptible de fermenter. La levûre, avant d'y déterminer la fermentation, le transforme d'abord de la même manière. En présence de matières animales sous l'influence du ferment lactique, il donne les acides lactique et butyrique. C'est donc un agent de l'acescence du lait.

Le sucre de canne peut être plus ou moins raffiné, par conséquent plus ou moins blanc. Aujourd'hui, les procédés de fabrication sont assez avancés pour qu'il n'y ait guère à désirer sous ce rapport. On ne falsifie pas le sucre en pains; c'est donc de celui-ci que le consommateur doit se pourvoir. Le sucre en poudre peut être mélangé de glucose, d'amidon, de plâtre; ces fraudes sont faciles à découvrir, mais il vaut mieux s'abstenir d'acheter le sucre sous cette forme et, à l'aide du sucre en morceaux, faire soi-même du sucre en poudre si l'on en a besoin.

Le sucre est un *hydrocarboné*, dont la valeur est la moitié de celle de la

graisse (Voit). Il ne compte, cependant, guère comme aliment, parce que, pris en excès, il provoque les aigreurs d'estomac et la diarrhée. Les bonbons et gâteaux au sucre, dont on a tort, rien qu'à cet égard, de bourrer les enfants, préparent la carie dentaire par les acides auxquels donne lieu le sucre surabondant.

Le sirop de sucre (eau, 10 p.; sucre, 18) est un moyen précieux et très agréable de conserver les fruits, cerises, fraises, abricots, berbéris, etc.

La saccharine. — Depuis quelques années, on sucre frauduleusement les sirops, les confitures et même les glucoses avec une substance, la *saccharine*, découverte en 1879 par Ira Remsen et par C. Fahlberg, et immédiatement fabriquée en grand par ce dernier, précisément dans le but de l'appliquer à la fraude des liqueurs, sirops et aliments sucrés (Ch. Girard).

La saccharine est tirée du toluène; c'est « l'imide orthosulfobenzoïque », et elle résulte de la déshydratation de l'acide amidosulfobenzoïque. Sa formule serait $C^6H^4 <^{CO}_{SO^2}> AzH$. Elle sucre 280 fois plus que le sucre de canne, quoiqu'en donnant une sensation moins agréable, et coûte 134 francs le kilogramme. Elle est déjà entrée assez largement, en fraude surtout, dans la confiserie et la brasserie. Aduco et Masso de Turin la déclarent inoffensive. On l'a essayée chez les diabétiques, en vue de leur donner l'illusion du sucre, sans les dangers que celui-ci leur fait courir. En effet, la saccharine passe inaltérée dans les urines. Mais au témoignage de Worms, elle entraînerait aisément la dyspepsie chez ces malades.

La saccharine n'est pas du sucre et n'est pas une matière alimentaire, puisqu'elle traverse l'économie sans altération. La vendre au prix du sucre dans des liqueurs ou des confitures est donc un vol. Elle pourrait être un condiment, comme le poivre, le sel, et être vendue comme telle, sous son vrai nom, si elle était au moins inoffensive. Mais le certificat italien n'a pas enlevé la confiance des savants; il paraît qu'en sa qualité d'antiseptique (comme l'acide salicylique, dont elle est très voisine), la saccharine compromet les ferments digestifs, « suspend ou retarde la transformation des substances amylacées ou albumineuses » dans le tube gastro-intestinal; par suite, tend à multiplier les dyspepsies. Tel a été l'avis d'une commission du Comité consultatif d'hygiène (Brouardel, Pouchet et Ogier), qui, en conséquence, a conclu à la proscription de la saccharine et de ses préparations.

Le miel. — C'est un liquide épais, sirupeux, sucré, que les abeilles emmagasinent dans les alvéoles de cire de leurs « rayons », pour leur nourriture de l'hiver. Elles le fabriquent, comme on sait, avec le suc de l'appareil de reproduction des plantes.

Le miel en rayons laisse couler, sans aucune pression, un liquide parfumé, transparent, ayant toute la saveur du produit; c'est le *miel vierge* et le meilleur. Le *miel brut* est obtenu par la chaleur et la pression. Le *miel purifié* est le résultat de la fonte et de la clarification du précédent. Par le repos, le miel qui était liquide subit une sorte de modification isomérique à la suite de laquelle il devient grenu et compacte.

La couleur est ambrée, mais d'un ton plus foncé ou plus pâle, selon la provenance. Son parfum est développé et agréable, sa saveur extrêmement douce.

Bien qu'ayant plus d'importance comme médicament ou véhicule de médicaments que de toute autre façon, le miel est cependant une substance alimentaire

usitée comme telle en divers points de la France, associée au pain, incorporée à des gâteaux ou à des produits de confiserie.

On a parlé de *miels vénéneux*, pour avoir été récoltés par les abeilles, qui pourtant ne s'y trompent guère, sur des Solanées ou autres plantes vireuses. Ce cas est, pour le moins, rare. Ce qui est beaucoup plus commun, ce sont les falsifications du miel.

Le miel d'abeilles est essentiellement du sucre de raisin avec des proportions variables de sucre de canne, de sucre de fruits, une petite quantité d'acides libres et des substances aromatiques. La fraude l'étend avec de l'eau, du lait, du jus de poires, faciles à déceler par le dosage de la richesse en sucre et par l'imparfaite solubilité du produit. On y ajoute de la gelée de coings, de la gomme arabique qui diminuent également sa solubilité dans l'eau; de la colle forte, qui dégage des vapeurs ammoniacales si l'on chauffe un tel miel avec de la chaux en poudre ; de la mélasse, dont le fumet se trahit par la chaleur et qui, par l'incinération, fournit une plus forte proportion de chlorure de sodium que le miel pur : de l'amidon ou de la farine, insolubles dans l'eau et dans l'alcool, et mis en évidence par la teinture d'iode. La falsification la plus commune et la plus sérieuse est l'addition du sucre de fécule ou de sirop de fécule ; on la découvre par l'action, sur la solution de miel, du chlorure de baryum, qui détermine un précipité blanc avec le sulfate de chaux dont le sucre de fécules n'est jamais exempt.

Le sel de cuisine. — Le chlorure de sodium se trouve dans les mines de *sel gemme* (trias), dans les marais salants, les eaux de la mer et les eaux de quelques sources. Les plantes en renferment; celles qui vivent au bord de la mer en sont très riches.

Tous les liquides et les tissus animaux contiennent du sel marin (le sang humain 0,42 p. 100). On pourrait supposer que c'est pour cette raison que la plupart des humains et beaucoup d'animaux (les ruminants en tête) ont une appétence si décidée à l'égard du sel. Certaines tribus africaines, dit-on, vendent leurs femmes et leurs enfants pour en avoir. Il est vrai qu'elles font de même en vue de l'alcool. La vérité est, comme nous l'avons dit, que les matières alimentaires, animales et surtout végétales, renferment naturellement plus de sel qu'il ne nous en faut; mais que c'est un condiment dont on prend aisément l'habitude et qui devient indispensable.

Boussingault a constaté que l'addition de quelques onces de sel au régime des ruminants, sans augmentation du poids alimentaire, n'élève pas le poids des animaux, mais les rend plus vifs, plus alertes. Le manque de sel est une des privations les plus pénibles que l'homme civilisé puisse endurer, comme on le vit au siège de Metz en 1870 (Morache). En revanche, le sel est le principal élément de la saveur que tout le monde trouve au jambon. Les convalescents de maladies graves, chez qui le sel a diminué dans l'urine par suite d'une diète prolongée, acceptent parfois d'une façon remarquable cet aliment qui paraît, au premier abord, peu approprié à l'état de leurs organes digestifs. Ce serait, du reste, une grande erreur que d'incriminer le sel dans le développement du scorbut; ce n'est point parce qu'elles sont salées, mais parce qu'elles ne sont pas de la viande fraîche, que les salaisons engendrent le scorbut. Les ordres religieux voués au régime maigre consomment énormément de sel sans fournir de scorbutiques.

Le sel est encore un agent de conservation des substances alimentaires, animales surtout. Il absorbe l'eau, raffermit les viandes, est antipathique aux para-

sites de toute espèce. On a remarqué (Œrstedt) que le sel pur conserve moins bien que celui dans lequel il y a 2 p. 100 de chlorure de calcium. Pour saler les viandes et le poisson, l'on recherche de préférence le sel en gros cristaux qui s'est formé dans les marais salants sous l'action de l'air et du soleil; il retient probablement moins d'eau que le sel fin et très blanc; il retient, par contre, quelques autres sels de l'eau de mer qui ne sont pas sans action; toutes les ménagères savent que le « sel gris » sale plus que le sel fin.

Le chlorure de sodium pur est blanc, cristallisé en cubes ou en pyramides creuses (trémies) dont les parois sont des cubes imparfaits. Ils ne s'altèrent pas à l'air et retiennent une proportion d'eau qui ne doit pas excéder 6 p. 100. Le sel est soluble à froid comme à chaud dans 2,7 parties d'eau.

Le sel marin du commerce peut renfermer soit des impuretés provenant de la fabrication : sulfate de chaux, divers sels de chaux et de magnésie, d'iode, de fer, de cuivre; soit des substances surajoutées en vue d'un gain illicite : plâtre, soude de varechs, sel marin provenant des fabriques de salpêtre, eau en excès, etc.

On reconnaît les sulfates par le chlorure de baryum. S'il s'agit du gypse, on peut le doser par le procédé de Lassaigue ; un échantillon pesé est lavé avec une eau saturée préalablement de sulfate de chaux, jusqu'à ce que tout le sel marin soit dissous, et le liquide est jeté sur un filtre qui retient le plâtre. On dessèche ensuite celui-ci et on le pèse.

La chaux et la magnésie précipitent par le carbonate de soude.

Les chlorures de calcium et de magnésium se dissolvent dans l'alcool absolu ; le chlorure de sodium ne s'y dissout pas. Mais il n'y a pas d'inconvénient à ce que le sel de cuisine retienne 1 à 1 1/2 p. 100 des premiers.

La présence du fer se reconnaît à la coloration jaunâtre du sel. Le cuivre et le plomb se décèlent par l'hydrogène sulfuré. Pour constater la présence de l'iode, on dissout un échantillon de sel dans le moins d'eau possible ; on place la liqueur dans un flacon et l'on y ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique; puis l'on introduit un long bouchon que l'on a préalablement entouré d'un papier amidonné. Ce papier ne tarde pas à se colorer en bleu.

La consommation de sel en nature varie selon les individus et selon le mode d'alimentation. Il est clair qu'il y en a peu à ajouter chez les gens qui consomment des fromages salés, des viandes ou du poisson salés. Dans l'armée française, il en est alloué 16 grammes par jour et par homme.

Le vinaigre. — C'est le produit de la fermentation acétique de divers liquides, vin, alcool, bière, cidre, etc. On l''obtient encore dans la distillation du bois (chêne, hêtre, frêne, etc.).

Le vinaigre de vin, reconnaissable à son arome vineux, est le meilleur pour les usages alimentaires. Le vin étant d'un prix élevé, cette sorte de vinaigre, dit d'*Orléans*, ne peut être à bon marché; par conséquent, elle reste assez rare. Il est à noter qu'on ne saurait l'obtenir des vins faibles. Le vinaigre d'alcool, plus ou moins coloré au caramel, est le plus commun dans le commerce. Le vinaigre de bois, naturellement imprégné de parfums empyreumatiques, est utilisable pour l'alimentation, quand on l'a débarrassé du mauvais goût; toutefois, il est inférieur aux autres comme liquide conservateur. Il décolore la solution rose de permanganate de potasse.

Le bon vinaigre est limpide, d'un parfum agréable et d'une saveur fran-

chement acide, d'une densité de 1,018 à 1,020. Le vinaigre gâté est trouble, dépose au fond du vase. Les vinaigres dont l'acidité prend aux dents et à la gorge sont d'ordinaire des produits falsifiés. On se défiera encore des vinaigres amers (infusions de plantes âcres). Il va sans dire que la conservation du vinaigre exclut l'emploi des vases métalliques.

Les falsifications les plus communes — et les plus dangereuses — du vinaigre consistent dans l'addition ou la substitution d'acides minéraux : acides sulfurique, chlorhydrique, nitrique.

L'*acide sulfurique* est décelé par le chlorure de baryum. Mais, comme le vinaigre, de vin par exemple, peut naturellement contenir du plâtre, il vaut mieux évaporer le vinaigre jusqu'à un dixième de son poids et reprendre le résidu par l'alcool, qui dissout l'acide sulfurique libre et non le plâtre.

L'*acide chlorhydrique* donne, par le nitrate d'argent, un précipité blanc, noircissant à la lumière et soluble dans l'ammoniaque.

Le vinaigre qui contient de l'*acide nitrique* décolore, à l'aide de la chaleur, la solution d'indigo.

On ajoute quelquefois au vinaigre de l'*acide tartrique ;* il y a même, dans le commerce, des liquides qui portent le nom du vinaigre et ne sont autre chose que de l'acide tartrique et de l'eau. On lave plusieurs fois à l'alcool 100 grammes d'extrait du vinaigre suspect : la liqueur alcoolique renferme tout l'acide tartrique. En la filtrant et en la traitant par le chlorure de potassium, on sépare l'acide sous forme de tartrate de potasse.

L'âcreté du vinaigre aux lèvres et à la gorge légitime la suspicion de mélanges destinés à masquer sa faiblesse. On neutralise exactement le vinaigre suspect avec le bicarbonate de soude ; on évapore jusqu'à consistance d'extrait. Le parfum et la saveur du poivre, du piment, du gingembre, se manifestent librement.

Les métaux se reconnaissent par les moyens indiqués précédemment ou à l'aide des changements de couleur de la solution (jaune) de ferrocynate de potasse : précipité rouge brun, *cuivre ;* — coloration bleue, *fer ;* — précipité blanc, *plomb*.

Acétimétrie. — Le *titre* du vinaigre, c'est-à-dire sa richesse en acide acétique, doit être de

8	à	10	pour 100	dans le	vinaigre	d'alcool.
6		8	—	—	—	de vin.
3		5	—	—	—	de table.

On a coutume de pratiquer l'acétimétrie à l'aide d'une solution titrée de carbonate de soude (100 p., eau 1000) ; 60 à 70 grammes doivent neutraliser 100 grammes de bon vinaigre. C'est le procédé recommandé par le *Formulaire* des hôpitaux militaires français. Mais Dietzsch fait remarquer que le carbonate de soude est rarement pur, ou, s'il l'est, ne tarde pas à augmenter de poids par absorption de l'humidité de l'air. Il titre le vinaigre à l'aide de la *liqueur ammeniacale normale,* qui lui sert aussi à doser l'acide tartrique du vin. Cette liqueur est faite avec 1 litre d'eau distillée et un poids d'ammoniaque, un peu variable suivant la densité de celle-ci à 15° ; lorsque cette densité = 0,9593 (10 p. 100 d'ammoniaque), il faut 170 grammes d'ammoniaque liquide ; 10 centimètres cubes de la liqueur normale neutralisent exactement 10 centimètres cubes d'une solution d'acide tartrique qui renferme 7^{gr},5 de celui-ci dans 100 centimètres cubes. — On verse au fond d'un tube à expérience un peu de tournesol, puis 5 centimètres cubes de vinaigre s'il est fort, 10 centimètres cubes s'il l'est peu : on ajoute goutte à goutte la liqueur ammoniacale, en agitant légèrement après chaque addition, jusqu'à ce que la colo-

ration bleue de la goutte tombée ne repasse plus au rouge. En divisant par 2 le nombre de centimètres cubes de liqueur normale employés, on a la proportion pour 100 de l'acide acétique.

Le vinaigre rend plus sapides les substances alimentaires auxquelles on l'associe et excite les facultés digestives. L'abus entraîne la suracidification dans l'estomac, irrite le système vasculaire et, à la longue, appauvrit le sang. On connaît le fâcheux procédé employé par quelques jeunes filles trop plantureuses à leur gré, et qui désirent se procurer la pâleur noble et intéressante des femmes à la mode; elles réussissent à se procurer des gastrites très réelles et une chlorose durable.

Les épices. — *Condiments âcres.* — La plupart de ces substances se caractérisent par la présence d'une huile éthérée, volatile à la température ordinaire. Quelques-unes d'entre elles, de provenance exotique, sont un objet de commerce assez important pour tenter l'ingéniosité des fraudeurs.

Le poivre. — Le poivre *noir* est formé des baies du poivrier (*Piper nigrum*), cueillies avant la maturité. Le poivre *blanc* provient du même arbuste; les baies mûres ont été décortiquées. Le poivre *long* appartient à une autre plante : *Piper longum.* On appelle *poivre espagnol*, *poivre turc*, les fruits pulvérisés du *Capsicum annuum.* La même poudre, mêlée à de la farine et transformée en une pâte que l'on pulvérise de nouveau après dessiccation, constitue le *poivre de Cayenne.* On donne encore ce nom aux fruits du *Capsicum baccatum.*

On falsifie le poivre, même en grains, soit en fabricant des grains de toutes pièces avec des tourteaux d'huilerie, de l'argile et du piment, soit en donnant une physionomie marchande à des grains de poivre vrais, mais trop verts, ridés, légers et de qualité très inférieure, au moyen d'un enrobement à la gomme. Le poivre fait d'argile se reconnaît à la quantité de cendres qu'il donne par la calcination; le bon poivre n'en fournit que 4,5 p. 100. Dans l'eau tiède, le poivre revêtu de gomme se dépouille de celle-ci et l'alcool précipite la gomme dans la liqueur.

On mêle au poivre moulu de la poudre de moutarde, de colza, de la farine, de la poussière, de la croûte de pain pulvérisée, etc. Le microscope donne en ce cas d'importantes révélations; l'iode trahit la farine.

D'une façon directe, il convient de rechercher les proportions d'eau, de matières minérales et de *pipérine*, en combinant l'analyse chimique à l'emploi du microscope, ainsi que le conseille H. Röttger (d'Erlangen), quoique la composition normale des poivres soit assez variable.

Les proportions d'eau sont de 12,60 à 14,56 p. 100; les matières minérales de 0,83 à 6,42 p. 100 (dont 1 à 2 dixièmes d'acide phosphorique); la pipérine, y compris une résine dont il est difficile de la séparer, représente de 4 à 7 p. 100 du poids du poivre.

Il paraît que l'on a mélangé le poivre rouge de brique pilée !

La *moutarde* comprend deux espèces; la moutarde noire, fruit du *Sinapis nigra;* la moutarde blanche, graine du *Sinapis alba.* L'une et l'autre sont cultivées en France, en Hongrie, dans l'Allemagne du Nord. La moutarde

noire doit sa saveur piquante à une huile éthérée (essence de moutarde). On dit que, primitivement, le condiment pâteux, aujourd'hui préparé avec de l'eau, de la farine de moutarde et divers aromes, était fait de moût de raisin (*mustum ardens*).

On falsifie la moutarde *en poudre* avec la fécule de pommes de terre, de la farine de haricots, de l'ocre jaune, du curcuma. Le microscope sera généralement le dénonciateur de ces fraudes.

La *noix muscade* est la graine décortiquée du *Myristica aromatica*. On fabrique de toutes pièces des noix muscades qu'il suffit de mettre dans l'eau pour les voir se désagréger. Plus souvent, on bouche avec de la pâte les trous de vers des noix avariées : il suffit d'y regarder d'un peu près.

La *vanille* est une gousse fournie par le *Vanilla aromatica*, ou le *Vanilla planifolia*. Le commerce malhonnête vend une seconde fois des gousses qui ont déjà servi. En 1874, la *Berliner Klin. Wochenschrift* rapporta des cas d'empoisonnement par des glaces à la vanille ; tantôt, il s'agissait d'une substance huileuse, toxique, dont on enduit souvent la vanille, au Mexique ; tantôt, on avait affaire à des empoisonnements par le cuivre ou le zinc des vases dans lesquels avait été fabriquée la glace. Toutefois Rosenthal, Schroff, Layet, sont portés à croire que le principe toxique venait réellement de la vanille, soit qu'il y existe naturellement, soit qu'il puisse s'y développer à la faveur d'altérations spontanées. Les expériences de Layet, à cet égard, n'ont rien prouvé. Mais il est certain que l'on observe, à Bordeaux, sur les ouvriers occupés à trier, à brosser, à réempaqueter la vanille qui arrive d'Amérique, des accidents cutanés (exanthème, papules, cuisson) et des phénomènes généraux (céphalalgie, étourdissements, douleurs musculaires) qui justifient le titre de *vanillisme* professionnel.

Le *safran* commercial est constitué par les stigmates du *Crocus sativus*; on y joint quelquefois, frauduleusement, le style, ou l'on y mêle les fleurs du souci, du carthame.

Les *clous de gérofle* (ou de *girofle*) sont les fleurs non développées du giroflier (*Caryophyllus aromaticus*). On ne les falsifie qu'en poudre.

La *cannelle* est la lame intérieure de l'écorce du *Laurus cinnamomum*. Il va sans dire qu'on en falsifie la poudre. De plus, on y substitue des écorces différentes, entre autres celle du cassier.

Le *piment* est le fruit du *Myrtus Pimenta*. Le *gingembre*, le rhizome noueux de *Zinziber officinale*. On emploie encore, comme condiment aromatique, les feuilles du *Laurus nobilis*.

Les condiments suivants sont indigènes et, en conséquence, moins exposés aux adultérations commerciales : *raifort*, *céleri*, *ail*, *oignon*, *échalotes*, *cerfeuil*, *persil*, *cumin*, *coriandre*, *anis*, *fenouil*, *estragon*, *anet*, *baies de genièvre*, *thym*, *sariette*, *sauge*, etc.

Est-ce simplement en raison de leur pouvoir d'excitation sur les follicules muqueux et de leur fumet, d'ailleurs peu agréable, ou bien parce qu'elles renferment des essences *sulfurées*, que les plantes de la famille des Alliacées sont si universellement accueillies par les populations ? Il n'y a guère de substances alimentaires qui rendent aussi formellement du soufre à l'économie.

Les condiments acides ou âcres ont une action locale, irritante; les huiles éthérées, fixes ou volatiles, du poivre, du girofle, des Ombellifères, des Labiées, etc., à côté de leur parfum, possèdent cette propriété et l'exercent sur la muqueuse digestive. On soupçonne donc que cette excitation, à un degré élevé et répétée d'une façon régulière (ce qui amène l'assuétude et le besoin d'augmenter les doses), est une arme à deux tranchants et peut blesser celui-là même qui en use. Beaucoup de maladies de l'estomac n'ont pas d'autre origine que l'abus des aliments surépicés. La conséquence est commune chez les Européens dans les pays chauds; là, les fonctions gastriques sont naturellement somnolentes, les épices abondent et les indigènes y recourent dans une large mesure; les nouveaux arrivants se laissent aller aussi à la pratique de cette excitation factice. Les résultats immédiats paraissent satisfaisants; mais la fin de l'expérience est communément la dyspepsie rebelle ou la gastrite chronique.

Nous terminerons cette sorte de revue des matières premières de l'alimentation par un paragraphe sur une substance de consommation très vulgaire, qui n'est ni alimentaire ni condimenteuse, mais se rattache pourtant par quelques côtés à la fonction de nutrition plus qu'à toute autre. On reconnaîtra, au moins, qu'elle peut être mise sur le même pied que beaucoup d'autres substances dont notre espèce use et abuse, sans nécessité, sans profit évident, par simple besoin de jouissances factices et voulues: telles que beaucoup de condiments, les pâtisseries et confiseries, les vins fins, les liqueurs, etc. Il s'agit du tabac.

Le tabac. — L'usage du tabac existait chez les Indiens, à l'époque de la découverte de l'Amérique. Un missionnaire de la suite de Christophe Colomb, Romano Pane, l'apprit des indigènes. En 1560, Jean Nicot, ambassadeur de France à Lisbonne, l'introduisit en France et eut l'honneur de donner son nom à la plante. A cette époque, l'on ne connaissait guère que le tabac en poudre, et c'était presque un privilège royal, tout au moins très aristocratique; aujourd'hui c'est la fumerie de tabac qui l'emporte; la vente de cette denrée rapporte moyennement 300 millions au Trésor. A vrai dire, l'État en a le monopole, mais au moins la régie française met-elle le consommateur à l'abri des feuilles de saule et d'autres plantes, quelquefois plus offensives encore que le tabac, qui se cachent assez souvent sous la *couverte* des cigares étrangers.

Le tabac renferme de la gomme, du gluten, de l'amidon, des matières extractives, une essence volatile, la *nicotianine*, des acides végétaux, de la résine, de la graisse, des sels et un alcaloïde qui mérite une attention particulière. Le poids des sels représente de 19 à 27 p. 100 de celui des feuilles sèches; les sels de potasse comptent pour les 5 à 20 centièmes, ceux de chaux pour 18 à 31 centièmes, ceux de la magnésie pour 5 à 9 centièmes, le chlorure de sodium pour 1/2 à 4 p. 100, la silice 3 à 14 p. 100.

L'alcaloïde est la *nicotine*, substance de consistance huileuse, incolore, et toxique à un haut degré, puisque, à la dose de 10 centigrammes, elle tue un chien de taille moyenne. Elle est soluble dans l'alcool et peu soluble dans l'eau. Tous les tabacs ne la contiennent pas en égale proportion; les tabacs d'Amérique (secs) en ren-

ferment 2,3 à 6,9 p. 100 ; ceux de France, 4,9 à 7,9 ; le tabac de la Havane, moins de 2 p. 100 (Schlœsing).

Il n'est pas douteux que le tabac et le jus de tabac, dans des conditions favorables, ne puissent provoquer des accidents d'empoisonnement. Il existe d'ailleurs des observations d'accidents pareils, soit chez des enfants à qui l'on faisait des applications de tabac sur la tête contre les parasites, soit chez des maniaques qui avaient avalé du tabac. D'où l'on peut immédiatement conclure au danger d'absorption que courent les chiqueurs, les priseurs et certains fumeurs de cigares qui ne peuvent s'empêcher de mâchonner un bout de cigare, non allumé du reste, pendant un temps durable.

La situation n'est plus aussi nette pour ce qui concerne l'habitude de *fumer* le tabac, procédé de beaucoup le plus usuel, s'exécutant sur des modes divers et qui peut apporter, dans l'action du tabac, du fait de la combustion, des modifications imprévues.

Les méfaits imputés à la fumerie de tabac ont été exposés par G. Lagneau, à l'Académie de médecine. Nous les résumons : les *plaques blanches* de la bouche (Ullmann, Mauriac, Bodros); l'*épithélioma* de la lèvre inférieure (Bouisson); la *dyspepsie* (Peter, Potain, Druhen, etc.); l'*asthme tabagique*, l'*angine de poitrine* (Beau, Peter); les *intermittences cardiaques*, les *palpitations* (Decaisne, Bodros, Depierris); les *vertiges* (Peter, Jacquemart, Potain); l'*épilepsie* (Jolly); l'*affaiblissement intellectuel*, la *perte de la mémoire* (Bertillon, Moigno, Goubert, Coustan); la *paralysie nicotinique* (Jolly); l'*amblyopie* (Desmarres, Mackensie, Cuignet, Druhen, Sichel, Galezowski, etc.); la *frigidité génitale* (Depierris); l'*avortement* chez les femmes des manufactures et la haute mortalité de leurs enfants (Hurteaux et Mélier, Kostial, Delaunay, Decaisne, etc.). Il y a, vraiment, une pente vers l'exagération chez les détracteurs du tabac, qui, d'habitude, ne fument pas ou s'en trouvent mal à bref délai. Cependant, on connaît des faits bien observés qui mettent en évidence l'action irritante locale de la fumée de tabac et son fâcheux pouvoir sur le système nerveux. Vallin, qui est fumeur, a néanmoins dénoncé les troubles cardiaques fonctionnels, d'apparence grave, observés par lui chez certains de ses clients. Nous reconnaissons nous-même avoir éprouvé d'énormes vertiges avec nausées et imminence de syncope, lorsque nous fumions encore.

Heureusement, comme le dit Vallin avec une grande justesse, le tabac ne détermine en général pas de lésions définitives; « les accidents cessent avec la cessation du poison ».

Ce qui compromet le fumeur, c'est évidemment la fumée elle-même, dont il s'entoure, qu'il met au contact de sa muqueuse buccale et pharyngienne, qu'il aspire quelquefois intentionnellement et qu'il respire, dans tous les cas, plus ou moins, lorsque la consommation du tabac se fait dans des pièces fermées. Or, il paraît que la nicotine, sous l'influence de la chaleur, peut se décomposer et donner lieu à des sels à base de *picoline*, pyridine, collidine, etc., ce qui explique les résultats obtenus en 1871 par Wohl et Eulenberg, qui n'avaient trouvé, dans la fumée de tabac, que des traces insignifiantes de nicotine.

Les alcaloïdes de la série de la picoline se produisent dans la distillation sèche d'une infinité de matières : viande, urine, os, cartilages, gluten, fruits, graines de légumineuses, albumine, caséine, céréales, bois, tourbes. Ce sont eux, et non la nicotine, qui se trouvent dans le jus des pipes ; eux qui donnent le vertige aux fumeurs novices. Ils agissent dans le même sens, mais moins énergiquement que la nicotine. Celle-ci est assez volatile pour se perdre dans les manipulations dont le tabac est l'objet ; le tabac à priser n'en garde guère. — La poussière est plus dangereuse que la nicotine dans les manufactures.

Heubel, en 1872, reprenant ces expériences sous la direction de Rosenthal, fit passer la fumée, au moyen d'un aspirateur, dans un appareil réfrigérant de Liebig et en recueillit les produits de condensation et les gaz, soit à l'état pur, soit dans l'eau distillée, l'alcool, l'acide sulfurique, la potasse. Vingt-cinq cigares communs du Palatinat lui donnèrent ainsi 10 à 12 grammes d'un liquide de condensation, brun, d'un goût très âcre, à réaction alcaline et recouvert d'une couche oléagineuse. Les solutions aqueuse et alcoolique avaient des caractères analogues, une réaction très fortement alcaline, mais une couleur plus claire ; la solution obtenue dans l'acide sulfurique étendu avait une couleur rouge cerise sale. Tous ces liquides étaient toxiques, mais le premier beaucoup plus que les autres ; il empoisonnait les grenouilles par une injection de 8 à 10 gouttes. L'auteur a constaté en outre que la nicotine, dans ses solutions aqueuses, se décompose et perd son activité sous l'influence de la chaleur, même dans une simple dessiccation, tandis que les *sels de nicotine*, tartrate, oxalate, sulfate, traités de la même façon, conservent une certaine activité. Or, les solutions de fumée sont dans ce dernier cas ; ce qui conduit Heubel à regarder comme très vraisemblable l'existence de la nicotine dans les feuilles de tabac, non sous forme d'alcaloïde libre, mais sous celle de malate et de citrate, et il pense que, dans la fumée de tabac, il y a peu ou point d'alcaloïde libre, mais des sels de nicotine. Des analyses chimiques, faites dans le laboratoire de Gorup-Besanez, ont établi de plus que la fumée de tabac condensée, qui constituait la préparation la plus active au point de vue physiologique, était aussi la plus riche en nicotine.

La *pyridine* et la *collidine*, injectées à des animaux, même à faibles doses, les font périr de congestion pulmonaire et de paralysie respiratoire. Le Bon et Noel ont trouvé, dans la fumée de tabac : 1° de l'*acide prussique ;* 2° un *alcaloïde* à odeur agréable, mais dangereux à respirer et aussi toxique que la nicotine, puisqu'il tue les animaux à la dose de 1/20 de goutte ; 3° des *principes aromatiques* encore indéterminés, qui contribuent avec l'alcaloïde précédent à donner au tabac son parfum. Cet alcaloïde doit être voisin de la collidine.

Gréhant a constaté la présence de l'*oxyde de carbone* dans la fumée de tabac obtenue par une combustion un peu différente de celle qui a lieu dans la consommation ordinaire. Bien que la démonstration ne s'applique pas assez exactement à ce dernier cas, on peut supposer que l'oxyde de carbone n'est pas étranger à la nocivité de l'atmosphère des tabagies, brasseries, cafés, et qu'il a pu être pour quelque chose dans les accidents asphyxiques cités par Jolly. 20 grammes de tabac ont donné, en brûlant, $1^{lit},64$ d'oxyde de carbone et $3^{lit},8$ d'acide carbonique. Mais, en essayant l'air expiré par des jeunes gens qui venaient de fumer deux cigares, Gréhant n'y a pas retrouvé traces d'oxyde de carbone, sauf dans le cas où l'un des

jeunes gens avait *avalé* la fumée. Même dans ce cas, la proportion d'oxyde de carbone était minime, $6^{cc},3$. Gréhant en conclut que, dans les conditions ordinaires, le fumeur ne paraît pas absorber l'oxyde de carbone, tandis que cette absorption a lieu, en petite quantité, lorsqu'on fume vite en avalant la fumée.

Il est clair, dans tous les cas, que l'*abus* du tabac est fâcheux et doit être surveillé. En général, une consommation qui dépasse 20 grammes par jour tombe dans l'abus. Le meilleur procédé de fumerie comporte l'emploi d'une pipe à long tuyau, recourbé et retenant dans un diverticulum le liquide de condensation de la fumée. Mais les fumeurs de profession n'apprécient pas ce système. La cigarette n'emploie que de petites quantités de tabac à la fois ; c'est probablement le mode de fumer le plus innocent, à condition que le fumeur n'*avale* pas, c'est-à-dire n'inspire pas la fumée, ce qui ajoute la poussière de charbon aux effluves nicotiniques. Il vaut mieux fumer en plein air que dans les appartements; dans tous les cas, il faut ventiler les locaux où l'on fume. Le tabac doit être interdit aux femmes et aux enfants, dont la susceptibilité nerveuse naturelle est facilement exaspérée par son influence. L'interdire aux ouvriers serait aussi inutile qu'absurde ; ce n'est pas dans cette classe qu'on a le moyen de se nicotiniser et que l'on trouve les victimes du tabac. En revanche, ces pauvres gens ont bien quelque droit à l'étourdissement passager et à la jouissance, si factice qu'elle soit, que l'on trouve dans une pipe, au milieu d'un labeur dur et monotone. Il semble même que la régie prélève un trop lourd impôt sur le salaire des travailleurs en leur faisant payer fort cher un tabac médiocre. Tout le monde sait que, toutes proportions gardées, le cigare de 60 centimes est vendu moins cher que le tabac caporal.

VII. L'art culinaire et ses produits.

Il est extrêmement rare que l'homme consomme les matières alimentaires à l'état brut, c'est-à-dire telles que la nature les lui présente ; les fruits, le lait, les œufs, quelques végétaux, sont seuls et non toujours mangés sans préparation. L'industrie humaine a trouvé les moyens d'élever la sapidité des aliments, d'augmenter leur digestibilité, d'accomplir, en dehors de l'économie, à l'aide d'agents physiques ou chimiques, une part du labeur qui devrait être imposé à l'estomac.

Les opérations par lesquelles on arrive à ces résultats si importants relèvent d'un art dont les principes sont — ou devraient être — scientifiques, émanés de la physiologie, de la chimie et de l'hygiène. L'*art culinaire* a toujours été en honneur en France ; et il ne saurait venir à la pensée d'aucun hygiéniste d'être embarrassé de cette gloire (surtout quand on en a quelques autres), qui va merveilleusement à un peuple policé, élégant, laborieux et économe. Chez le peuple et même dans la petite bourgeoisie, les femmes ont été longtemps les gardiennes de ces traditions heureuses, si importantes vis-à-vis de la salubrité domestique et de la santé de la famille ; leurs sens délicats, leurs instincts de propreté et jusqu'à leur natu-

relle habileté de mains, leur donnaient pour les maintenir des aptitudes précieuses et évidentes. La mode est venue d'inculquer aux jeunes filles un certain nombre de talents d'une utilité contestable, de les initier à la manœuvre du salon beaucoup plus qu'à celle de la cuisine, de les dresser à dépenser les économies de leur futur mari plutôt qu'à être des ménagères. L'art de la cuisine tombe dans le métier, et il est légitime de s'en inquiéter, non au point de vue de la gourmandise, mais en songeant à la santé des jeunes générations qui, dans quelques années, seront la nation française.

Malgré notre vieille réputation, ce serait une erreur de croire que les Français naissent cuisiniers et n'ont pas besoin d'apprendre cet art. Quand on songe que l'enseignement de la cuisine et de la tenue d'une maison se régularise dans les écoles d'Angleterre (Browne Cleyton); qu'il y a une École nationale culinaire (*National training School of Cookery*) à Londres et une École de cuisiniers militaires au camp d'Aldershot; que les hygiénistes allemands (Wiel et Gnehm), Guillaume (de Neufchâtel), Galippe, en France, réclament des institutions analogues; on ne voit pas pourquoi cette branche n'entrerait pas aussi dans le programme de nos Écoles primaires et même supérieures, de filles surtout. Les établissements publics devraient avoir des cuisiniers brevetés.

La cuisine et les ustensiles de cuisine. — Nous n'avons pas à revenir sur l'emplacement, le cubage, la luminosité, la propreté des cuisines (voy. p. 541). C'est un local dans lequel l'accumulation et la stagnation de matières fermentescibles sont particulièrement menaçantes, dangereuses pour l'atmosphère de toute la maison et, d'abord, pour les aliments qui y sont préparés ou y restent en dépôt. Il ne faut pas tolérer, dans la cuisine, le séjour des légumes d'approvisionnement; il faut y veiller scrupuleusement à l'évacuation prompte et complète des eaux de vaisselle, à l'éloignement des épluchures, débris de repas, au remplacement du linge sale, etc.

Les cuisines des habitations collectives, hôpitaux, casernes, pensionnats, et les *cuisines de restaurants*, qui sont collectives à leur façon, réclament un soin particulier. Napias et Hudelo ont signalé, dans ces dernières, l'*insuffisance de dimensions*, l'*excessive chaleur* due aux fourneaux et au gaz, allumé le soir et souvent dans la journée, l'*insuffisance de la ventilation*, le *méphitisme* provenant du voisinage des latrines, de la présence de la *laverie* dans le même local, du non-écoulement des eaux sales, etc. De telles conditions influencent fâcheusement, non seulement les ouvriers de cette spécialité, mais la salubrité des aliments et, par conséquent, la santé des consommateurs.

De quelque matière que soient faits les *ustensiles* de cuisine, ils doivent être l'objet de soins de propreté méticuleux. La propreté sera d'autant plus facile à entretenir que les vases et ustensiles seront d'une forme plus simple, exempte de moulures, de saillies ou d'enfoncements.

Les *vases en bois* sont tolérables pour la conservation des substances sèches, les légumes secs, les épices et même le sel.

Les *pots de terre* vernissée sont peu coûteux et de bon usage. On aura

soin de faire bouillir, dans les pots de terre neufs, de l'eau aiguisée de vinaigre et de sel marin; dans le cas où quelques points du vernis plombique seraient friables ou disposés à s'écailler, cette précaution débarrasserait le vase des parcelles que les acides peuvent attaquer. Les pots vieux et fendillés doivent être abandonnés, parce que l'action des acides sur le vernis au plomb est redevenue possible.

La *faïence*, la *porcelaine*, forment d'excellents vases de cuisine, inattaquables aux substances alimentaires. Le *verre* est absolument dans le même cas. Mais la fragilité de ces vases a limité leur emploi et fait recourir aux vases métalliques.

Le *cuivre*, ou plutôt l'airain, est un des métaux les plus usités. Les vases de cuivre sont de très bon usage et peuvent même servir à des préparations acides, à condition qu'on ne laisse pas les aliments s'y refroidir; sans quoi, il se forme du vert-de-gris. Pour obvier à cet inconvénient, on pratique l'*étamage* au moins intérieur des vases de cuivre; mais il arrive que les dangers ne sont écartés qu'en apparence et qu'en réalité ils sont doublés; 1° parce que l'étamage s'use et laisse le cuivre à découvert par points qu'on peut d'abord ne pas apercevoir; 2° parce que l'étamage lui-même contient souvent une proportion élevée de plomb.

Le cuivre était autrefois d'usage vulgaire, comme ustensile de cuisine: il y a encore, dans les vieilles familles de Lorraine, nombre de casseroles, de bassines en cuivre, dont se sont servis nos pères, sans s'en trouver mal. La réaction qui s'est produite depuis un siècle contre ces ustensiles gagne peu à peu jusque dans les campagnes, et les ménages modernes remplacent leur brillante batterie de cuisine d'autrefois par la fonte et le fer battu. Il semble bien pourtant, depuis les expériences de Galippe, que ces vases n'ont pas les dangers que l'on dit, *même quand un sel de cuivre s'est formé au contact des matières alimentaires*. Au moins, les sels de cuivre (formés surtout au contact des matières grasses) ne peuvent-ils que donner une saveur désagréable aux aliments, purger ou faire vomir. Ils ne font pas d'intoxication durable comme le plomb.

Les vases d'*étain* n'ont pas assez de résistance. Il en est de même des vases en *métal anglais*. Le *plomb* et le *zinc* sont à rejeter. Le *laiton*, l'*argent* (qui est allié au cuivre), l'*argenterie Christophle* (cuivre, zinc, nickel), sont passibles des mêmes observations que le cuivre.

« Le plomb ne doit pas et ne peut pas entrer dans la composition des *étamages* pour vases destinés à l'usage alimentaire : même lorsque l'eau n'en contient que des traces, le métal est toujours nuisible. Les alliages à 25 et 50 p. 100 sont éminemment dangereux, car ils sont très facilement attaqués, surtout par l'eau de mer. » Ces conclusions ont été prises à l'occasion d'accidents saturnins graves, éprouvés en 1874 par l'équipage du navire *le Caldera*, entre le Havre et Buenos-Ayres, à la suite de l'usage d'eau de mer distillée (Gérardin, Rivière et Clouet).

L'histoire, tout aussi lamentable, du *Douna-Zogla* (1885) prouve qu'il ne faut pas davantage avoir, pour les usages culinaires, de récipients *peints avec des couleurs plombiques*.

L'étamage peut se faire à l'*étain fin*, qui ne contient pas plus de 2 à 3 p. 100 de plomb. On se défiera des étameurs ambulants, dont l'étamage n'en a jamais moins de 15 p. 100.

Les vases en *fer* ou en *fonte*, parfaitement salubres, ont l'inconvénient de se couvrir de rouille et de donner aux aliments une saveur astringente. On a remédié à cet inconvénient par la fabrication d'ustensiles en *fonte* ou en *tôle émaillée* très recommandables, à condition que l'émail ne contienne pas de plomb et soit déposé en couche suffisamment épaisse.

Contrairement aux assertions d'Azary et d'Anderson Stuart, les expériences de Schulz, van Hamel Roos, Geerkens, A. Riche, prouvent que les sels de *nickel* ne sont pas dangereux et que l'on peut appliquer sans inconvénient des vases de ce métal aux opérations culinaires.

Les empoisonnements alimentaires aigus, se traduisant par les symptômes brusques de l'indigestion gastrique ou intestinale et survenant, peu après un repas, chez tous ou presque tous les convives qui y ont pris part, sont faciles à reconnaître. Il n'en est pas de même des empoisonnements chroniques, surtout par le plomb, et divers phénomènes sont attribués par les malades ou même par quelques médecins peu attentifs, pendant longtemps, à toutes sortes de causes sauf à la vraie, jusqu'à ce que le hasard ou un médecin plus avisé fasse découvrir l'origine du mal.

On doit trouver, dans une cuisine bien tenue, divers accessoires tels qu'une balance, des planches à découper, des plaques en bois ou mieux en marbre à rouler la pâte, des grils, des broches de fer, des couteaux, etc. Le tout, dans un état de parfaite propreté. Il n'est pas impossible qu'une planche à découper, sur laquelle aurait passé une viande malsaine, infectée de parasites, soit une occasion de contamination pour d'autres viandes qui, en soi, ne pouvaient inspirer aucune défiance.

Préparations de viande. — Les viandes proprement dites ne sont consommées qu'après avoir subi la cuisson. Celle-ci se pratique, soit en faisant passer à la viande un certain temps dans l'eau, à une température voisine de 100°, soit en la soumettant à quelqu'un des procédés de rôtissage. La viande de bœuf est celle qui se prête le mieux aux diverses préparations ; elle nous servira de type.

Bœuf bouilli et bouillon. — Le procédé habituel de la fabrication du bouillon de bœuf et du « bouilli » consiste à plonger une partie de viande dans deux ou trois parties d'eau froide ou déjà un peu échauffée, à pousser plus ou moins rapidement le feu jusqu'à ébullition et à maintenir pendant quatre à cinq heures une température voisine de 100 degrés, en ajoutant successivement les épices, le sel et les légumes, plus ou moins tôt selon leur aptitude à la coction. Si la chaleur est menée lentement, l'eau se teint d'abord en rouge ; puis, il s'y montre des flocons d'albumine coagulée, que l'on enlève d'ordinaire à l'écumoire. Les sels de la viande se dissolvent largement dans le bouillon (80 p. 100) ; la graisse se rassemble à la surface et, souvent, est encore enlevée; les tissus gélatinisables, tendons, cartilages, se ramollissent et versent de la gélatine dans le bouillon. Après cette lon-

gue opération, on a obtenu un morceau de viande diminué de 30 à 40 p. 100 de son poids, filandreux, sec et sans goût, mais d'ailleurs apte à être digéré, une fois qu'il est dans l'estomac. Cette viande renferme de 40 à 46 p. 100 de matière sèche (Forster) et peut servir à la nutrition, quoi qu'en ait dit Liebig, lors même que l'on ne consommerait pas en même temps le bouillon, qui a recueilli les sels. En effet, même complète, la viande n'a jamais assez de sels calcaires. Selon Voit, 100 grammes de viande fraîche, désossée et dégraissée, donnent 57 grammes de viande bouillie.

Il y a, toutefois, une manière d'opérer moins désastreuse pour la matière alimentaire. Wiel conseille la suivante :

Il convient, pour la confection du bouillon et du bouilli, de prendre la viande très fraîche, tandis que la viande *ressuée* et même rassise est plus favorable pour les rôtis. On a soin de se faire donner par le boucher, avec le morceau de viande normale, quelques morceaux de foie de bœuf, de rate, d'os de veau, de pieds de bœuf, à la condition de ne pas payer ces basses pièces au prix de la première catégorie. L'ensemble de la viande est divisé en deux parts : la première comprend tout ce qui est tendineux, tout ce qu'on a pu détacher des os, et ces os eux-mêmes. Le reste est de la viande nette. La première portion est hachée, les os sont fendus à la scie dans leur longueur ; le tout est mis dans l'eau froide. On compte 3 litres d'eau pour 500 grammes de viande, devant donner 1 litre de bouillon. Il serait bon d'employer de l'eau qui a déjà bouilli et s'est débarrassée d'une partie de ses sels calcaires. On sale convenablement et l'on ajoute 6 gouttes d'acide chlorhydrique pur pour 1/2 kilogramme de viande, selon le procédé indiqué par Bouchardat. Le mélange est abandonné à lui-même, à froid, pendant une paire d'heures ; l'eau dissout les sels de la viande et se charge d'albumine et de gélatine. On met alors la préparation au feu, on chauffe lentement et, dès que l'eau bout, on introduit la deuxième part de la viande, soigneusement ficelée. Dans ces conditions, la surface du morceau se coagule presque brusquement par la chaleur et forme à la viande de l'intérieur comme une enveloppe qui, sans l'empêcher de cuire, y retient les sucs nutrifs. On laisse la viande cuire lentement à une température voisine de l'ébullition jusqu'à ce qu'elle soit ramollie, sans enlever les flocons albumineux. Lorsque le bouillon a repris sa limpidité, on ajoute du persil, du céleri, de la carotte, du panais, etc., réunis en botte (ou mieux dans une boîte en toile métallique). Si la quantité de viande est peu considérable, il ne sera pas nécessaire de dégraisser le bouillon. Quand on a mis 4 à 5 kilogrammes de viande à la marmite, on enlève une portion de la graisse, qui servira à préparer les légumes.

De cette sorte, c'est la première part de la viande qui fait le bouillon et la seconde qui donne le bouilli. Il est facile de comprendre que le premier sera plus corsé et le second moins ruiné que par le procédé ordinaire.

Le *bouilli*, resté ferme et sapide, pourvu qu'il provienne d'une bonne viande, compte tout autant que la viande sous une autre forme, dans les repas, au point de vue de l'apport en albumine et en graisse.

La valeur du bouillon est discutée. Comme richesse *alimentaire*, on a eu raison de dire que le bouillon est presque nul (Chevreul, Coulier, Morache). Déduction faite de la graisse et du sel de cuisine, le bon bouillon ne ren-

ferme pas plus de 2 p. 100 de matières solides. Ses éléments organiques ne sont pas tous du groupe de la protéine; quelques-uns, comme la créatine, sont des produits de décomposition de l'albumine, peu ou point utilisables (voy. p. 851). Mais il en est tout autrement lorsque l'on considère le bouillon comme un liquide parfumé, sapide, excitant, comme un condiment, en un mot. Il est indispensable dans les opérations de la cuisine; il rend les plus grands services aux malades et aux convalescents, dont il ranime les fonctions gastriques et auxquels il fait absorber un peu de peptone; dans nos habitudes, il apparaît dès le commencement des repas, précisément pour remplir sa fonction de stimulant des sécrétions gastriques; versé sur le pain, il constitue un plat affectionné des soldats et des ouvriers, en France, la *soupe*.

Les rôtis. — Le nom de rôti ne convient rigoureusement qu'aux viandes cuites à l'air libre, *rôtis à la broche*, *grillades*, *fritures*. Le *rôti au four* dévie déjà des propriétés normales de la préparation. Les *rôtis à la casserole* sont des intermédiaires entre le rôti véritable et le bouilli. La viande rôtie perd de son poids, en eau surtout, de 19 (bœuf) à 24 (mouton, poulet) p. 100, d'après Gorup-Besanez. Il lui reste 36 à 40 p. 100 de substance sèche, bien cuite; 38 à 34 p. 100, lorsqu'elle n'est que demi-cuite.

Les procédés de rôtissage ont pour but et pour effet de former rapidement à la surface du morceau de viande une sorte de mince croûte de coagulation albumineuse, qui prévient l'issue des sucs de la partie profonde pendant l'achèvement de la cuisson. Les vieux systèmes de broches et de tourne-broches arrivaient à ce résultat d'une façon très complète et très égale; l'arrosage à la graisse pendant la cuisson de la pièce prévenait la dessiccation exagérée de la croûte enveloppante et assurait la pénétration continue du calorique dans la profondeur. Puis, l'opération se faisait à l'air, sous le manteau d'une cheminée de bon tirage. Les fours que l'on construit aujourd'hui permettent bien la confection du rôti ; mais ils rabattent sur la viande des vapeurs empyreumatiques, que la cheminée emportait, et quoique très riche de ses sucs propres, le rôti au four n'a plus la pureté de fumet du rôti à la broche. Plus la viande est naturellement parfumée, comme le gibier, plus cet inconvénient se fait sentir. Au moins faudra-t-il avoir soin d'ouvrir de temps en temps le four pour laisser échapper ces vapeurs malodorantes.

Pour la friture, c'est la graisse bouillante, dans laquelle on plonge la pièce, qui détermine presque instantanément la formation de la croûte dorée, protectrice des sucs intérieurs.

Les rôtis à la poêle (non dans la graisse bouillante) et surtout à la casserole perdent beaucoup de leur jus pendant la cuisson ; ils arrivent sur la table baignant dans une sauce qui, souvent, vaut mieux que le rôti lui-même. Il faut avoir soin d'opérer la première partie de la cuisson en casserole *à l'air*, c'est-à-dire en ne couvrant pas la viande ; la croûte dorée du rôti se forme ainsi plus rapidement et plus sûrement ; comme elle apparaît d'abord du côté par où la viande repose sur le métal de la casserole, il faut retourner plusieurs fois le morceau. Cette opération devrait se faire avec une spatule plutôt qu'avec une fourchette, qui en piquant la viande ouvre encore de nouvelles issues à l'écoulement du jus.

Rôtis à l'anglaise. — La mode du beefsteak et du rostbeef *saignants* s'est répandue en France, dans les grandes villes et leurs alentours. Elle semble n'avoir pas été indifférente à la multiplication des cas de ténias. Vallin, qui entrevoit là un

rapport, s'est assuré que la température centrale des viandes rôties ne dépasse souvent pas 50, 48, 46 et même 45 degrés. La viande pourtant est rouge à l'intérieur tant que la température n'y a pas dépassé 60 degrés. Or, les cysticerques et les trichines ne résistent pas à cette température *prolongée*. Il serait donc possible à la fois d'obtenir la succulence des viandes dites saignantes et de se préserver des parasites, en assurant aux parties les plus profondes des rôtis ce point minimum de 60 degrés. Malheureusement, ce dernier résultat exige la condition que la viande soit en morceaux peu volumineux.

Viandes en ragoûts, en pâté, en hachis. — En Allemagne, en Lorraine et dans quelques villes de France, on confectionne, sous le nom de *pâtés*, des préparations de charcuterie ou de volailles, qui sont de la viande enveloppée d'une couverture de pâte. Les morceaux, assaisonnés d'épices, ont cuit dans leur jus et conservent beaucoup d'arome; c'est un procédé louable, mais un mets d'assez difficile digestion, probablement à cause de la pâte.

La viande hachée, débarrassée des os et de toute partie tendineuse, pétrie avec de la mie de pain, du lait, des œufs, etc., est convertie en « boulettes » de la grosseur d'une petite pomme, ou en disques simulant un beefsteak, et passée dans le beurre bouillant jusqu'à ce que l'extérieur des boulettes ait atteint la coloration brun roux. Cette préparation permet d'utiliser des débris peu présentables autrement.

Pour faire un ragoût, la viande, coupée en morceaux, est mise à la casserole et traitée d'abord par la chaleur et l'air, comme s'il s'agissait d'un rôti ; c'est ce que les cuisinières appellent « faire revenir » la viande. Puis, on ajoute le sel, les épices, de l'eau ou du bouillon, de telle sorte que les morceaux cuisent dans une vapeur imprégnée des aromes de la viande et des parfums des épices. Lorsque la cuisson est suffisamment avancée, on peut ajouter des légumes (la pomme de terre particulièrement) ; plus tard encore, on « lie » la partie liquide du ragoût avec du beurre et de la farine, blanche ou roussie.

Préparation des œufs. — Il y a cent manières de préparer les œufs, que nous ne saurions exposer. En règle générale, les meilleures préparations sont celles qui ne permettent pas la coagulation de l'albumine du blanc d'œuf, laquelle a lieu vers 75 degrés. L'œuf « à la coque » ne doit pas rester plus de trois minutes dans l'eau bouillante, s'il est absolument frais : deux minutes, s'il date de quelques jours. Le blanc d'œuf coagulé est toujours d'une digestion laborieuse.

Potage et soupe. — Le bouillon, dont la médiocre richesse a été constatée plus haut, sert à préparer, avec addition de tranches de pain, de pâtes alimentaires, de fragments de légumes, un plat essentiellement liquide qui, sous le nom de « potage », constitue la consommation initiale de tous les repas complets. Chez les classes aisées, ce potage n'a pas la prétention de compter sérieusement dans la substance du repas ; il suffit donc que le bouillon joue ici son rôle de condiment et de « *peptogène* », c'est-à-dire d'excitateur de la sécrétion du suc gastrique (L. Corvisart, Schiff).

Mais, chez les ouvriers et les soldats, le bouillon est un moyen d'imbiber, de ramollir et d'aromatiser une masse considérable de pain et de légumes. Cette fois, la graisse qui n'était pas nécessaire dans le potage, devient indispensable et formellement recherchée. Il s'agit, en effet, d'un plat qui tient une place énorme dans l'alimentation populaire et qui doit bien être un aliment, puisqu'il est la base du régime d'un nombre infini de travailleurs. C'est la soupe.

L'extension singulière de l'usage de la soupe en France et même ailleurs est un objet d'étonnement pour les physiologistes et pour quelques hygiénistes, que les calculs de la chimie obsèdent. On dit que la fabrication de la soupe est un contre sens, et que l'on se donne, en vue de ce produit, beaucoup de peine pour obtenir un liquide à peu près nul, le bouillon, et une viande ruinée, le bouilli; c'est-à-dire pour détériorer et détruire de la substance alimentaire. C'est si bien l'œuvre et le but de la confection de la soupe, que les ouvriers aimeraient tout autant la soupe au lard, c'est-à-dire sans viande, que la soupe au bœuf, si celle-ci n'était d'un fumet plus agréable et surtout plus rare. Le plus souvent, ils ne jugent de l'excellence d'une soupe que par la graisse qu'elle contient, et nullement par l'intervention de la viande, non plus que la qualité ou la quantité de celle-ci. Morache, considérant que les Anglais et les Américains, qui se distinguent par de grandes qualités d'initiative, d'énergie, de volonté, ne connaissent la soupe que de nom et consomment surtout des viandes rôties, se demande si l'esprit de passivité, « dont la population française donne des signes non équivoques », ne serait pas dû à cette uniformité du régime de la masse, habituée à manger sa soupe matin et soir.

Cette considération morale est un peu aventurée. Il n'est pas certain que les gens d'initiative soient plus nombreux dans les classes qui mangent le plus de rôti; quelques-uns de ceux-ci tirent même en arrière avec énergie, tandis que le peuple, mangeur de soupe, fait la fortune du pays et porte en lui le principe de la régénération de la France. Mais il faut croire que la soupe, qui d'ailleurs n'existe pas sans graisse, est une forme très favorable à l'utilisation des principes gras et hydrocarbonés et même qu'elle rend assimilable en très grande proportion l'azote du pain. Tous les principes alimentaires sont, en effet, dans la soupe; il n'y a qu'à savoir si cette préparation en assure l'emploi. Le rendement en travail du peuple français semble résoudre la question par l'affirmative.

Il est certain que l'éducation et l'habitude sont pour beaucoup dans cette aptitude à puiser, dans la soupe, les ressources qu'elle renferme. De plus, il est possible que le pain, en France, presque toujours fait de farine de blé et bien préparé, possède une complaisance spéciale à céder ses principes alimentaires. Néanmoins, l'hygiène admettra volontiers que la puissance productive du peuple français s'élèverait encore si l'usage de la viande rôtie se répandait davantage, et elle applaudira à toute tentative faite pour remplacer quelquefois la soupe par un rôti dans les groupes alimentés administrativement, comme est l'armée; ce qui se pratique aujourd'hui.

Il suffit de mentionner les *soupes au lait*, *aux œufs*, le *bouillon de veau*, de *grenouille*, de *poule* et analogues. Pour abréger et en finir avec cette préparation, bornons-nous à dire que le pain peut être remplacé, dans la soupe, par les légumes découpés, la pomme de terre, les purées de pois et de lentilles, les pâtes d'Italie ou les pâtes improvisées dans les ménages, en Lorraine et en Allemagne (knépfles, nouilles). Dans ces cas, le bouillon n'est plus simplement versé sur la substance qui doit l'accompagner; on fait cuire celle-ci dans le bouillon pendant un temps variable. Le pain lui-même subit quelquefois une préparation analogue (panades). Tous ces mets ont sensiblement la même valeur que la soupe.

Préparation des substances végétales. — Le pain est l'exemple des conditions qu'il faut rechercher dans toutes les préparations dont la farine, ou plutôt la fécule, est la base. Le pain est poreux et a été soumis à une

haute température; les fécules et les *pâtes* ou *pâtisseries* que l'on en obtient doivent remplir ces deux conditions de digestibilité. Les cellules d'amidon n'éclatent dans l'eau chaude qu'à la température de 60 degrés ; à ce point et au-dessus, elles ne forment avec l'eau que de la colle, parfaitement indigeste : c'est de 160 à 200 degrés qu'il se forme de la dextrine et du sucre, et que la pâte devient attaquable par l'estomac. Toutefois, celle qui n'a pas été par un moyen quelconque parsemée d'yeux, reste d'une digestibilité aléatoire.

Préparation des légumes. — Quelques plantes sont mangées crues (radis, concombres, melons, laitues, chicorées, etc.), assaisonnées de sel, de poivre, d'huile et de vinaigre. D'autres sont cuites à l'eau pour être ultérieurement accommodées à la graisse; il est important d'employer pour cet effet une eau peu calcaire ou d'ajouter un peu de bicarbonate de soude à l'eau qui se trouverait trop « dure ». Certains légumes à sucs âcres ont besoin d'êre cuits à deux eaux. Les graines sèches de légumineuses se trouvent bien aussi de ce procédé. La pomme de terre jouit de la propriété de se prêter à tous les modes de cuisson, à l'eau, à la vapeur, au four, dans la graisse, et à toutes les associations culinaires. Les choux, susceptibles d'être traités comme d'autres légumes verts, se prêtent à la fabrication de la choucroute (choux blancs finement découpés, salés et légèrement fermentés), qui est aussi une sorte de conserve.

Bibliographie. — Vogl (A.-E.), *Die gegenwärtig am häufigsten vorkommenden Verfälschungen und Verunreinigungen des Mehles und deren Nachweisung.* Wien, 1880. — Mégnin (L.), *Effets de l'ingestion du pain moisi chez les animaux et chez l'homme* (Rev. d'hyg., III, p. 61, 1881). — Hilger (A.), *Verfälschung der Nahrungs-und Genussmittel* (Handb. d. Hyg. und der Gewerbekrankheiten von Pettenkofer und Ziemssen, I, p. 239, 1882). — König (J.), *Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs-und Genussmittel*, 2. Auflage. Berlin, 1882. — Bertherand (E.), *Le noyau de dattes au point de vue des propriétés alimentaires*, etc. Alger, 1882. — Nowak (J.), *Ueber die Methode der Untersuchung der Mehles mit Rücksicht auf den gegenwärtigen Stand der Mühlenindustrie und die vorkommenden Verfälschungen* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XIV, p. 131, 1882). — Balland, *Des modifications éprouvées par les farines en vieillissant* (Archives de méd. milit., II, p. 217, 1883). — Grandjean, *Paralysie ataxique observée chez des Kabyles à la suite de l'ingestion d'une variété de gesse* (Archives de méd. milit., I, p. 95, 1883). — Proust (A.), *Lathyrisme médullaire spasmodique* (Acad. méd., 3 juillet 1883). — Rémy (Ch.), *Sur les poissons toxiques du Japon* (Mém. Soc. biologie, p. 2, 1883). — Egger (Edmond), *Ueber das Vorkommen blau gefärbten Zelleninhaltes in der Kleberschicht von Roggenkerne* (Archiv f. Hyg , I, p. 143, 1883). — Uffelmann (J.). *Spektroskopisch-Hygienische Studien* (Archiv f. Hyg., I, II, 1883-1884). — Fodor (J.), *Mittheilungen aus d. hyg. Institut der Budapester Universität* (Arch. f. Hyg., II, III, 1884-1885). — Ogata (Masanori), *Ueber den Einfluss der Genussmittel auf die Magenverdauung* (Archiv f. Hyg., III, p. 204, 1885). — Bleuler (E.) und Lehmann (K.-B.), *Ueber einige wenig beobachtete, wichtige Einflüsse auf die Pulszahl des gesunden Menschen* (Archiv f. Hyg., III, p. 215, 1885). — Lancereaux, *Le scorbut dans les prisons de la Seine* (Ann. d'Hyg. publ., XIII, p. 296, 1885). — Lehmann (K.-B.), *Ueber blaues Brod* (Archiv f. Hyg., IV, p. 119, 1886). — Röttger (Herm.), *Kritische Studien über die chemischen Untersuchungsmethoden der Pfefferfrucht zum Zwecke der Beurtheilung der Reinheit* (Archiv f. Hyg., IV, p. 183, 1886). — Dubrisay, *Emploi de la vaseline*, etc., *dans la fabrication des gâteaux* (Rec. des trav. du Comité consultatif d'hyg. publ., XV, p. 359, 1886). — Schröder (W.), *Ueber die Ernährung* 8-15 *jähriger Kinder* (Archiv f. Hyg., IV, p. 39, 1886). — Möller, *Mikroskopie der Nahrungs und Genussmittel aus dem Pflanzenreich.* Berlin, 1886. — Brouardel et Pouchet (G.), *Falsification des beurres à l'aide de la margarine et autres produits similaires* (Rec. des trav. du Comité consultatif d'hyg. publ., XVI, p. 481, 1887). — Worms (J.). *Sur l'emploi de la saccharine* (Acad. méd., 10 avril 1888). — Dujardin-Beaumetz, *Sur la*

saccharine (Acad. méd., 3 juillet 1888). — GIRARD (Ch.), *Sur la saccharine* (Rev. d'hyg., X, p. 609, 1888).

Les champignons. — LORINSER (E.-W.), *Die wichtigsten, essbaren, verdächtigen und giftigen Schwämme.* Wien, 1883. — GAUTIER (L.-M.), *Les Champignons.* Paris, 1884. — SALTET (R.-H.), *Ueber die Bedeutung essbaren Schwämme als Nahrungsmittel für den Menschen* (Archiv f. Hygiene, III, p. 443, 1885). — STROHMER (F.), *Ein Beitrag zur Kenntniss der essbaren Schwämme* (Archiv f. Hyg., V, p. 322, 1886). — UFFELMANN (J.), *Ueber den Eiweissgehalt und die Verdaulichkeit der essbaren Pilze* (Arch. f. Hyg., VI, p. 105, 1887).

Le tabac. — LAGNEAU (G.), *Rapport sur l'abus du tabac* (Acad. méd., 24 mai 1881). — POISSON (L.), *Note pour servir à l'étude de la santé des ouvriers dans les manufactures de tabac* (Annal. d'hyg., VI, p. 385, 1881). — PIASECKI, *Influence des manufactures de tabac* (Revue d'Hyg., III, p. 910, 1881). — ROSÉ (Val.), *Étude expérimentale sur l'empoisonnement par la fumée de tabac.* Thèse de Nancy, 1881. — JACQUES. *De l'intoxication dans les manufactures de tabac.* Thèse de Paris, 1882. — JOIRE (A.), *Influence des émanations de tabac sur la santé des ouvriers dans les manufactures* (Annal. d'hyg., VII, p. 219, 1882). — VALLIN (Ém.), *Sur quelques accidents causés par le tabac* (Rev. d'hyg., V, p. 223, 1883). — PÉCHOLIER, *Effets antizymasiques du tabac* (Montpellier médical, Décemb. 1883). — DECAISNE (G.), *Les enfants qui fument* (Rev. d'hyg., V, p. 422, 1883). — GALEZOWSKI, *Influence de l'abus du tabac* (Rev. d'hyg., V, p. 908, 1883). — BIERBAUM (F.-A.), *Der Tabak* (Centr. bl. für allgem. Gesdpflg., IX, p. 322, 1884). — PÉCHOLIER, *Tabac* (Diction. encycl. des sciences médic., 1885).

VIII. Conservation des substances alimentaires.

L'esprit de prévoyance propre à l'espèce humaine lui a fait éprouver dès longtemps le besoin de mettre en réserve pour les moments d'urgence des matières alimentaires actuellement surabondantes, qu'on retrouverait plus tard avec grand bénéfice. Mais les aliments de réserve sont des matières organiques, par conséquent spontanément et rapidement altérables; il fallait trouver le moyen de les défendre contre cette altération spontanée et d'une façon durable ; telle est l'origine des *conserves* et des procédés de conservation.

A défaut de connaissances scientifiques et de théories rationnelles, les enseignements du hasard et plus souvent ceux de l'expérience journalière furent tout d'abord mis à profit ; les procédés par dessiccation ont dû être inspirés par des observations de cette nature. On a soupçonné aussi l'influence de l'air sur la corruption des viandes, puisque l'embaumement des Égyptiens obtenait les momies principalement à l'aide d'enduits résineux et de l'enveloppement par les bandelettes. Au commencement de ce siècle, lorsque l'oxygène eut été découvert, on ne fut pas sans remarquer qu'il est indispensable à toute combustion, y compris la décomposition des matières organiques, et, dès lors, on songea à conserver les viandes en interdisant l'accès jusqu'à elles de cet agent de vie et de destruction. D'abord, on essaya l'enrobement dans la glu, dans l'extrait de viande; procédé familier aux ménagères de temps immémorial; sauf que c'est dans la graisse qu'elles plongent les saucisses, les cuisses d'oie. Puis, l'on en vint à la fermeture hermétique dans des boîtes de métal après expulsion de l'air par la chaleur. Le *procédé Appert* remonte aux premières années du dix-neuvième siècle, bien que le livre de ce philanthrope : « *L'Art de conserver toutes les substances animales et végétales* », date de 1810. Gay-Lussac expliquait ces résultats en alléguant que l'oxygène, sous l'influence de la chaleur, forme avec les matières organiques des combinaisons fixes et les rend désormais inaptes à la fermentation. A la même époque, en 1810, il était délivré, en Angleterre, à un sieur Pierre Durand, qui, vraisemblablement,

ne faisait qu'appliquer les idées d'Appert, un brevet pour l'application d'une méthode de conservation des viandes qui réunissait ces trois conditions : un réceptacle impénétrable à l'air, l'expulsion de l'air par la chaleur, la fermeture hermétique des récipients après cette opération. On n'a pas fait autre chose que varier et modifier l'exécution du procédé.

L'obtention de conserves parfaites est un problème dont la solution intéresse au plus haut point l'alimentation publique. On a trop, dans les années d'abondance. l'on gaspille, et il se perd des matériaux alimentaires qu'il serait bien utile de retrouver dans les années maigres. Certains pays n'ont pas de viande ou n'en ont qu'en la payant des prix exorbitants, tandis que d'autres en ont tellement que les bêtes y sont tuées pour la peau et que leurs cadavres menacent d'infecter l'air; comme le transport d'un bœuf vivant, d'Amérique en Europe, coûterait plus cher que ne peut valoir l'animal sur nos marchés, les carrières de viande des plaines américaines ne pourront être exploitées si l'on ne trouve un moyen de transporter la viande abattue et en morceaux. D'autre part, les armées en expédition, les marins embarqués pour de longues traversées, les explorateurs des mers polaires, et jusqu'aux savants qui s'engagent sur les continents à la recherche de terres inexplorées, ont un besoin urgent d'aliments frais, aisément transportables, qui ne manquent jamais, et ne peuvent assurer la satisfaction de ce besoin en se faisant accompagner de troupeaux et d'un chargement de légumes encombrants; d'autant que ces légumes seraient bientôt en fermentation et que les troupeaux ne tarderaient pas à être des bêtes surmenées fournissant une viande déplorable.

L'on arrive assez complètement à préserver les viandes et les légumes de la décomposition putride à laquelle ils sont naturellement voués. Mais « un procédé de conservation réellement complet, dit excellemment Morache, devrait permettre d'obtenir au bout de plusieurs mois, sinon de plusieurs années, une viande dont l'aspect, le goût, le parfum et les propriétés alibiles n'auraient été modifiés en rien ». Cette conserve idéale est-elle trouvée? Malheureusement, non. Chez les substances le mieux conservées, il s'accomplit au moins des modifications isomériques, qui font trop ressembler la conservation à un embaumement et ôtent aux aliments leur aptitude à la restitution nutritive. Le sens du goût, chargé en quelque sorte de veiller à la porte des voies digestives, ne tarde pas, du reste, à prévenir le consommateur et à manifester sa répugnance.

Aujourd'hui, l'on sait que toute décomposition putride est l'œuvre de microorganismes. C'est donc à soustraire les substances alimentaires à l'action de ces agents, à les tuer eux et leurs germes, à les priver d'air, d'humidité, de chaleur, que se réduit l'art de préparer des conserves. On a peut-être même pris cette formule trop à la lettre.

1° **Dessiccation**. — Ce procédé soustrait l'eau nécessaire à la prospérité des germes, par conséquent annihile leur action. Coïncidemment, il resserre la fibre des tissus organiques et s'oppose encore physiquement à la décomposition. Il doit être très ancien et l'exemple s'en est offert spontanément aux hommes, dans les pays chauds, où les rayons du soleil accomplissent rapidement la modification voulue. Systématiquement pratiquée sur les viandes, la dessiccation donne, dans l'Amérique du Sud, la *carne secca* et les lanières de *tasajo* que les gauchos emportent à travers les pampas; en Afrique, la *biltongue* des Cafres et la *kéléah* des Arabes; dans

l'Amérique du Nord, c'est le *pemmican*, fait de poudre de viande et de graisse avec des condiments, sel, poivre, sucre, extrêmement nutritif au dire des voyageurs; mais il est toujours à craindre que certains détails de ces récits ne tombent dans l'exagération. En Europe, le soleil n'est pas assez chaud et l'atmosphère s'imprègne trop aisément d'humidité pour que cette pratique puisse être essayée avec succès.

La fabrication du *tasajo* ou *charqui*, associe en réalité la salure et même la *compression*, à l'action de l'air sec. Les usines de La Plata où ce produit se prépare s'appellent *saladeiros*. On y prépare en même temps les peaux. Les chairs sont découpées, toutes palpitantes, en énormes lanières, huit par tête de bétail, qu'on plonge d'abord dans la saumure; après quelques secondes d'immersion, ces lanières sont étalées par couches superposées, que l'on sépare les unes des autres par une couche de sel ; la pile est assez élevée pour que le poids des couches supérieures fasse écouler les liquides des inférieures; d'ailleurs, on retourne la pile au bout de vingt-quatre heures et, le lendemain, après l'avoir démontée, salée à nouveau et remontée, on la charge de poids. Ce n'est que trois ou quatre jours après qu'on étend les lames sur des charpentes pour les sécher à fond.

Sur les indications de Boussingault, Schnepp a préparé, à Montevideo, du tasajo par le procédé suivant : Après avoir fait couper la chair musculaire en lames minces et les avoir salées très légèrement, il les fit saupoudrer de farine de maïs en les exposant au soleil pendant le jour et en les pressant légèrement pendant la nuit. Après huit jours, l'opération était terminée; la viande présentait un très bel aspect et une saveur agréable à son arrivée en France, sauf un léger goût de moisi.

Martin de Lignac dessèche les viandes à l'étuve, dans une température qui n'excède jamais 33°; Vin et Senorans, négociants à Buenos-Ayres, ont essayé la ventilation à l'air chaud et la pression, en salant le moins possible. A. Gautier signale un procédé appartenant à un ingénieur anglais, qui consiste à soumettre la viande à une pression hydraulique suffisante pour la priver de la plus grande partie de son suc, moyen sûr mais déplorable d'obtenir une dessiccation parfaite. Il est vrai qu'on se proposait d'utiliser le sérum comme aliment.

La *carne secca* se vend au Brésil, de 7 à 11 francs les 15 kilogrammes. Selon Couty, ce sont les classes aisées qui la consomment, non à la façon du *gaucho* à travers les pampas, très pressé et mal outillé, faisant rôtir à la hâte le morceau qu'il a emporté sous sa selle; mais en commençant par la faire dessaler et en la convertissant en rôtis, en grillades dans la graisse, en ragoûts, par petits morceaux avec des pommes de terre ou, surtout, avec des haricots noirs (le mets national des Brésiliens, la *feijoade*).

La dessiccation au soleil ou dans les greniers s'applique partout à la conservation des graines mûres de légumineuses, à divers fruits huileux. On dessèche encore au four des fruits pulpeux (pruneaux), des pommes, des poires, des raisins et même quelques légumes, parmi les moins aqueux. Cette dernière pratique donne des résultats médiocres. Il va sans dire que dans ces derniers cas, le four n'est chauffé qu'à une température modérée.

A l'époque de la guerre de Crimée, on fabriquait en France des conserves de légumes par compression et dessiccation. Les légumes aqueux. débarrassés de leur eau, devenaient réellement capables d'une conser-

vation indéfinie, puisqu'il n'y restait que du ligneux. Morache estime que ces légumes comprimés (*conserves Chollet*) étaient à peine « supérieurs à du foin ». La *Julienne* moderne est moins insignifiante.

2° **Fumage.** — Cette opération a d'abord pour effet d'obtenir aussi un degré plus ou moins complet de dessiccation (*boucanage*); mais, en outre, elle imprègne la surface des viandes ou du poisson que l'on y soumet de divers principes contenus dans la fumée et plus ou moins analogues à la créosote et au phénol éminemment antipathiques aux parasites, c'est-à-dire *antiseptiques*. A Hambourg, on se sert même de fumée froide, produite par des copeaux de chêne, de sapin, de bouleau.

Le fumage peut atteindre aux inconvénients de la dessiccation, qui prive la viande de son suc et le rend difficile à digérer, sans néanmoins assurer une conservation prolongée. Les boudins fumés de Hollande et d'Allemagne ont causé des empoisonnements graves (Van den Corput, Husemann).

3° **Salaison.** — Elle est pratiquée seule ou associée au fumage. Le sel marin a une action assez complexe et encore mal définie; il soutire de l'eau (et des sucs) aux substances sur lesquelles on le répand; il pénètre dans les interstices des pièces soumises à la salaison, resserre les tissus et rend l'albumine plus résistante; enfin, c'est un parasiticide et un antiseptique. On ajoute souvent au sel marin une petite quantité de salpêtre (il ne faut pas l'exagérer), qui aide à la pénétration et conserve aux viandes salées une belle couleur rouge.

Nous avons déjà dit qu'il n'est pas juste de mettre au compte du sel ce qui est la faute du procédé de conservation. Il est clair que tout d'abord la salaison appauvrit la viande et la rend coriace; en second lieu, elle peut avoir été mal faite et, après tout, n'être pas un moyen de conservation suffisamment sûr. C'est à ceci que sont dus les accidents aigus ou chroniques les plus sérieux qui aient été provoqués par les salaisons; il s'y mêle, sans aucun doute, des manifestations septicémiques, à moins que celles-ci ne soient précisément le fonds pathologique même.

L'association du fumage à la salure donne quelques garanties en plus, sans augmenter beaucoup les inconvénients. En Lorraine, on retire le lard et les jambons de la saumure pour les suspendre dans la vaste cheminée où il y a toujours du feu. La conservation est suffisamment parfaite pour des substances qui seront consommées dans l'année. Sans pouvoir être assimilées aux viandes fraîches, ces conserves rendent d'immenses services. La charcuterie salée et fumée, qui arrive d'Amérique, est d'une conservation assez exacte, quoiqu'il ait fallu interrompre le fumage, empiler les morceaux dans des caisses, les véhiculer par mer, etc.

La viande de porc se prête mieux que toute autre à la salaison. Toutefois, on associe le plus communément à la salaison le fumage ou l'enrobement ou l'un et l'autre pour obtenir des produits satisfaisants. Wiel et Gnehm conseillent le traitement ci-dessous pour les jambons :

Pour 50 kilogrammes de jambons, mêler 5 kilogrammes de sel et 200 grammes de salpêtre; en frotter exactement les pièces et les déposer dans une cuve où elles passent huit jours. On prépare ensuite un enrobage avec le sel et le salpêtre qui restent dans la cuve, puis avec sucre candi 500 grammes, poivre 100 grammes (en grains), 50 grammes de piment, une poignée de baies de genièvre, 10 feuilles de

laurier. Le tout est bouilli dans 15 litres d'eau. On ajoute 20 oignons fendus en quatre et l'on verse la liqueur refroidie sur les jambons, qui doivent y plonger entièrement et y rester cinq ou six semaines, sans qu'on y touche sous aucun prétexte. Après ce laps de temps, on les retire, on les laisse se dessécher à l'air dans un endroit frais; puis, on les suspend pendant 4 à 6 semaines dans une vaste cheminée où la température doit être très modérée et où l'on doit éviter de brûler des ordures (os, chiffons, etc.), en recherchant de préférence les bois résineux et de bonne odeur, le genévrier spécialement.

Composition de quelques conserves de viande (J. Kœnig).

SUBSTANCES.	EAU.	MATIÈRE SÈCHE.	ALBUMINOÏDES.	GRAISSE.	CENDRES.	SEL MARIN des CENDRES.
Viande fumée	15,4	84,6	27,1	15,4	10,6	»
Boiled beef d'Australie	63,6	36,4	23,0	10,7	»	»
Bœuf d'Amérique, salé	49,1	50,9	28,9	0,2	21,0	11,5
Corned beef (Forster)	56,8	43,2	30,0	10,1	»	»
Jambon de Westphalie	28,0	72,0	24,0	36,5	10,1	»
— ordinaire	59,7	40,3	25,1	8,1	7,1	»
Lard salé	9,1	90,9	9,7	75,7	5,4	»
Langue	35,7	64,3	24,3	31,6	8,5	»
Poitrines d'oie de Poméranie	41,3	58,7	21,4	31,5	4,6	»
Viande sèche	15,4	84,6	64,5	5,2	12,5	7,4
Tablettes-viande d'Hofmann	10,0	90,0	71,0	7,0	13,0	10,0
Hareng salé	46,2	53,8	18,9	16,9	16,4	14,5
Stockfisch (sec)	16,2	83,8	78,9	0,8	1,6	»
Hareng fumé	69,5	30,5	21,1	8,5	1,3	»

Martin de Lignac sale les viandes par injection dans l'épaisseur des morceaux. Parkes recommande le procédé de Morgan, qui consiste à injecter par le ventricule gauche de l'animal, après l'abatage, un liquide composé de : 5 kilogrammes de saumure, 250 grammes de salpêtre, 1 kilogramme de sucre, 14 grammes d'acide phosphorique et quelques épices. On dessèche ensuite et l'on enrobe la viande dans du charbon de bois. Garges plonge la viande dans un bain d'acide chlorhydrique à 2 ou 3 p. 100 et ensuite dans une solution de bisulfite de soude; il se forme du chlorure de sodium et de l'acide sulfurique. La viande, tout à la fois soufrée et salée, est ensuite enfermée dans des boîtes hermétiquement closes; elle paraît se bien conserver, mais Du Mesnil, qui décrit ces procédés, ne dit pas qu'elle garde sa saveur, son goût, sa digestibilité.

On emploie encore le sel à la conservation des légumes, tels que les choux, les haricots verts. Il ne faut pas, cette fois, que la quantité de sel soit surabondante; elle ne doit pas empêcher la fermentation muqueuse, que l'on recherche précisément dans la *choucroute*.

Le *beurre salé* se conserve pendant un temps qui ne doit pas être trop prolongé.

4° **Emploi des antiseptiques.** — Beaucoup d'antiseptiques sont des poisons. Tous sont étrangers à l'économie et, par suite, inassimilables. Tous sont faits pour communiquer aux viandes un fumet, une saveur qu'elles n'ont pas d'abord et qui sont régulièrement désagréables. D'où la difficulté d'appliquer à la conservation des viandes les antiseptiques *chimiques*.

Ainsi, l'immersion dans l'eau additionnée de créosote ou d'acide phénique, l'acide sulfureux, les hyposulfites, les sulfures, etc. Du Mesnil mentionne le procédé de A. Vogel : envelopper la viande fraîche d'un mélange de sel, de charbon, de suif, d'acide phénique, et la placer ensuite dans des tonneaux; celui d'Eckstein, qui consiste à entourer la viande fumée d'une feuille de parchemin, plongée pendant une heure dans du vinaigre de bois chaud; celui de Busch (de Rio-de-Janeiro) : exposer la viande cuite, puis desséchée, aux vapeurs d'acide sulfureux, la revêtir de gélatine et la plonger finalement dans la graisse de bœuf fondue; le bisulfate de chaux, de Medlock et Bailey; le mélange de sulfure de calcium et de chaux éteinte (J. Young). Boudet, pendant le siège de Paris, avait songé à conserver avec l'acide phénique la viande des animaux que l'on craignait de ne pouvoir nourrir. Gamgee, à Londres, avait imaginé d'utiliser l'oxyde de carbone; l'animal était d'abord tenu dans une atmosphère d'oxyde de carbone avant d'être abattu; on le sacrifiait en pleine anesthésie carbonée, on le dépeçait immédiatement et l'on en soumettait les morceaux, dans des boîtes hermétiquement fermées, à l'action combinée de l'oxyde de carbone et de l'acide sulfureux pendant huit à douze jours.
Ces procédés, ingénieux et médiocres, ne se sont heureusement pas répandus.

La vogue serait, aujourd'hui, à la conservation des viandes et du lait par l'*acide borique* et ses dérivés (*borax*, *boryle*, etc.), des substances alimentaires de toute nature par l'*acide salicylique* qui d'abord, lorsque Kolbe eut découvert (1874) le moyen de l'obtenir par synthèse, du phénol, ne prétendait servir qu'à conserver les vins et les bières. Mais, plus énergiques sont les efforts des industriels, plus insurmontable est la résistance des hygiénistes.

L'*acide borique* et le borax seraient absolument inoffensifs, d'après Panum, Jourdes, Laborde et Rondeau, Polli, Herzen, de Cyon, Bédoin, etc. Péligot conseillait, au moins, de laver exactement, avant de s'en servir, les viandes boriquées. Mais il est des préparations qui ne sauraient admettre ce lavage (lait, confitures). Or, l'innocuité de l'acide borique et du borax a été fortement contestée par Le Bon, Gowers, Schlencker. Il résulte des expériences de Forster que l'acide borique, ajouté aux aliments chez l'homme, compromet la résorption des principes alimentaires; le résidu sec des selles augmente et, surtout, les proportions d'azote non assimilé y sont plus élevées que sans acide borique. D'où l'on peut conclure à une desquamation épithéliale de l'intestin plus active et à une hypersécrétion muqueuse. Néanmoins le Comité consultatif d'hygiène tolère, « jusqu'à plus ample informé », la conservation des substances alimentaires au moyen du *borax*, autorisé autrefois par Bouley, mais interdit le *boryle*, qui renferme en outre de la glycérine et de l'éther borique de la glycérine.

L'innocuité de l'*acide salicylique* est plus douteuse encore que celle de l'acide borique. Kolbe, que K. B. Lehmann assure être un homme de très bonne foi, a absorbé tous les jours, pendant neuf mois, 1 gramme au minimum d'acide salicylique dans des boissons et ne s'en est trouvé que mieux. Les médecins, d'ailleurs, administrent journellement des doses considérables de cet acide ou de ses sels. Malheureusement, c'est justement dans cet ordre d'applications que l'on s'est aperçu que l'acide salicylique ne réussit pas à tout le monde et peut déterminer des accidents graves, chez les gens dont les reins fonctionnent mal, chez les alcooliques, les personnes atteintes d'affections cérébrales, et même chez quelques-unes qui se portent parfaitement, mais, par suite d'une idiosyncrasie qu'on ne peut

prévoir, présentent une extraordinaire susceptibilité pour cet agent (Vallin). Du reste, puisque l'acide salicylique est antiseptique, il entrave les fermentations stomacales et intestinales, aussi bien que celles de la bière et du vin (Berthelot), et prépare la dyspepsie. Il y a plus ; une partie de l'acide salicylique ingéré ne se retrouve pas dans l'urine; il se transforme en *acide salicylurique* (Bertagnini), c'est-à-dire qu'une partie de l'azote de l'organisme s'élimine sous cette forme, au lieu d'être éliminé à l'état d'urée. Il serait téméraire d'affirmer que cette déviation de la nutrition est inoffensive. Sans doute, les marchands de denrées alimentaires et de boissons, qui réclament la tolérance en faveur de l'acide salicylique, assurent que les doses, à l'aide desquelles ils espèrent obtenir la conservation de leurs produits, sont minimes; mais on ne sait pas à quelle dose s'arrête l'idiosyncrasie et, d'ailleurs, il est certain que la dose absorbée quotidiennement par chaque individu pourrait finir par s'élever sérieusement, en additionnant les proportions d'acide que l'on serait exposé à trouver dans toutes les substances pour lesquelles on ambitionne le salicylage : viande, pain, confitures, vin, bière, etc.

Au demeurant, il est acquis que le salicylage n'est réclamé qu'en faveur des denrées médiocres, mauvaises ou déjà avariées et falsifiées; c'est ce qui perd l'acide salicylique. Les brasseurs sérieux de Bavière et de Bade le repoussent, comme étant fait pour inspirer des doutes sur la supériorité de leur marchandise. Lehmann, qui pourtant le regarde comme inoffensif, rougirait qu'il fût employé par les brasseurs de Munich dont la renommée est universelle. Et le syndicat des marchands de vin en France en a demandé l'interdiction (1882).

Toutes ces raisons expliquent aisément l'avis défavorable qui a constamment prévalu au Comité consultatif d'hygiène (Brouardel, Dubrisay) et à l'Académie de médecine (Vallin). Le gouvernement français a dû, en conséquence, interdire officiellement le salicylage (Circulaire ministérielle du 7 février 1881). Il est vrai que, sur divers points, les tribunaux le protègent.

L'*acide benzoïque* vient aussi d'être repoussé par le Comité consultatif (août 1888).

5° **Enrobement.** — Cette méthode se borne à mettre les substances alimentaires à l'abri de l'air et de ses germes au moyen d'un corps sans action sur la denrée : la gélatine, la graisse, l'huile, le sucre, la cassonade, la cire, etc.

L'enrobement au sucre est très employé pour la conservation des fruits, généralement cuits (confitures, fruits glacés).

La conservation dans le charbon, l'eau-de-vie, le vinaigre et les épices se rattache autant à la méthode par les antiseptiques qu'à l'enrobement.

6° **Stérilisation par la chaleur.** — Ce procédé, sous diverses formes, est très répandu. Il présente de hautes garanties d'efficacité.

Appert enfermait les viandes dans des boîtes métalliques dont le couvercle restait percé d'un trou pour l'échappement de l'air et de la vapeur; puis il les soumettait pendant un certain temps, dans un bain-marie, à la température de 100 degrés. Au moment où l'on retirait les boîtes, le trou était fermé avec un point de soudure. Lorsqu'on sut que certains germes ne sont pas tués par une température de 100°, on chercha à rendre le bain-marie capable d'une température de 110° en le constituant d'une solution saline ou d'une solution de sel et de sucre, ou en-

core de chlorure de calcium et de sel marin. C'est le *procédé Fastier*. Dans les fabriques australiennes, on l'applique de la façon suivante : les morceaux de viande crue et désossée sont empilés dans des boîtes en tôle, de 2 à 8 livres, auxquelles on ajoute un peu d'eau ; on soude les boîtes en ayant soin de laisser un petit orifice dans le couvercle, on les place dans une solution de chlorure de calcium qui ne bout qu'au-dessus de 125°. Pendant quatre heures, elles sont soumises à une température qui varie entre 100 et 110 degrés, l'eau qui y est contenue s'évapore et, en même temps, l'air atmosphérique est expulsé ; on bouche rapidement l'ouverture du couvercle, après quoi on laisse encore les récipients une heure dans ce bain chaud. On les retire et, dès qu'ils sont refroidis, on les peint à l'huile (O. du Mesnil).

Dans le procédé dit d'Aberdeen, suivi en Écosse et adopté par Martin de Lignac, les boîtes sont complètement fermées pour être portées à l'ébullition dans la solution saline ; c'est seulement après deux ou trois heures qu'on pratique dans la soudure un petit trou pour laisser échapper la vapeur et l'air. Ce trou est aussitôt refermé et l'opération renouvelée trois fois.

Quand la préparation a complètement réussi, le couvercle des boîtes tend à s'affaisser par l'effet du vide relatif de l'intérieur et prend une forme concave extérieurement. Si la putréfaction s'y déclare à un moment donné, le couvercle est au contraire soulevé par les gaz de l'intérieur et prend la forme bombée. C'est un moyen de juger de la conservation de la substance alimentaire par la simple inspection des boîtes. Dans les fabriques, on met à profit cette circonstances pour éprouver les boîtes avant de les livrer à la consommation ; on les place dans une chambre d'épreuve chauffée ; si, après une observation prolongée, elles ne se dilatent pas, c'est qu'elles sont à point.

Les substances ainsi préparées sont *stérilisées* et se conservent bien. Malheureusement, ces longues manipulations en augmentent beaucoup le prix de revient. Elles n'en seraient pas moins précieuses pour les armées en expédition et les navigateurs, dût-on les payer cher, puisqu'elles sont aisément transportables. Mais, et ceci est le reproche le plus sérieux qu'on puisse leur adresser, l'hypercoction qui a tué les germes a aussi profondément modifié la texture, la succulence et la saveur des viandes. Peut-être aussi, même sans l'action des germes, subissent-elles des modifications chimiques ultérieures, dans les boîtes mêmes ; une viande momifiée est conservée et, cependant, n'est pas mangeable. Il fut un temps où la viande des boîtes de conserves était filandreuse et sans arome ; les soldats, à qui on l'offrait en expéditions, en mangeaient deux ou trois fois avec plaisir, mais ne tardaient pas à s'en lasser. Aujourd'hui, les morceaux se tiennent mieux dans les boîtes et sentent la viande ; il y a moins de liquide intérieur. Cependant, cette viande supporte mal d'être accommodée et, ce qu'il y a de mieux, c'est d'en faire des tranches que l'on mange à la vinaigrette, avec des oignons crus découpés.

D'ailleurs, les viandes conservées cuites doivent être consommées immédiatement après l'ouverture des boîtes ; une fois à l'air, elles se putréfient rapidement et présentent tous les dangers des matières à poison putride. Du Mesnil rapporte onze cas d'empoisonnement, dont deux mortels, arrivés à la suite de l'usage des viandes d'une boîte ouverte depuis cinq jours.

Les symptômes furent ceux de l'indigestion par aliments gâtés, tels que les ont exposés Kerner, Schumann, Anrep, Bocklisch, etc. Camus a observé de pareils accidents chez une famille qui avait consommé à déjeuner le reste d'une boîte de homard, ouverte de la veille seulement. C'était, il est vrai, à Bou-Saada (Algérie), au mois de juin.

Il ressortirait des expériences de Poincaré que l'introduction par l'estomac de conserves exposées à l'air depuis un temps variable et même putréfiées ne trouble pas les animaux ou ne leur occasionne que des dérangements gastro-intestinaux. Mais les *injections* sous-cutanées des mêmes conserves ont une action toxique effrayante. La virulence des conserves d'origine animale est beaucoup plus marquée « immédiatement après l'ouverture » des boîtes que plus tard. C'est exactement le contraire pour les conserves d'origine végétale. La mort des cobayes et des lapins mis en expérience se produit en vingt-quatre ou quarante-huit heures, on ne dit pas avec quels symptômes. L'auteur n'a pas de tendance à accuser les ptomaïnes; quant aux microbes dont il a reconnu la présence, ils n'expliquent pas mieux la mort des animaux. Contrairement aux résultats de Poincaré, Fernbach a constaté régulièrement l'absence de microbes dans les conserves avant l'ouverture des boîtes. Finalement, les expériences de Poincaré ne peuvent faire rien conclure pour l'industrie ni pour l'alimentation publique. Il en convient lui-même.

On a cherché de différentes façons à éviter les inconvénients de la coction. Les procédés de Nasmyth, de Mac Call, de Jones et Trevithick, qui recourent à l'alcool, au sulfate de soude, à l'acide sulfureux, ne nous paraissent pas mériter une description. D'après Engelhard, le mauvais goût des conserves provenant de ce que la viande a été cuite dans sa propre graisse, le « *procédé hollandais* », qui substitue le beurre à cette graisse, est plus rationnel et très acceptable.

Nous croyons qu'une des raisons pour lesquelles la viande des boîtes australiennes ou américaines est souvent médiocre, c'est le surmenage imposé aux animaux que l'on pousse, à travers un pays sans chemin, jusque dans le point du littoral où ils sont abattus par vastes hécatombes.

Application aux légumes et fruits. — Le procédé Appert et ses dérivés s'appliquent à merveille à la conservation des légumes et des fruits. Beaucoup d'espèces gardent même, à cette épreuve, leur forme et une part de leur goût et de leur parfum. Les légumes qui n'ont pas pour principal attribut d'être *verts* s'y prêtent mieux que les autres; ainsi, les *tomates*, dont il vient d'Amérique 18 millions de boîtes par an, fournies par New-Jersey, New-York, Baltimore. On expédie des mêmes contrées et de Californie des millions de boîtes de fruits. En France, il est préparé des conserves de légumes à Nantes, à Bordeaux, à Beaufort-en-Vallée (Maine-et-Loire), à Angers, à Paris, dans des proportions qui en font une branche de commerce importante. Nous verrons tout à l'heure comment l'on restitue leur belle couleur verte aux haricots fins et aux petits pois.

Dans beaucoup de ménages, on conserve des haricots verts, des petits pois, des reines-claudes, des mirabelles, dans des bouteilles de verre

solide, que l'on soumet à la chaleur du four, au moment où l'on en retire le pain, et que l'on ferme ensuite d'un bouchon de liège neuf et ficelé. Ces denrées sont à demi cuites et se conservent toute l'année sans perdre notablement le fumet et la saveur propre des fruits frais.

7° **Réfrigération.** — L'abaissement de la température à zéro, comme nous l'avons vu, ne tue pas les microorganismes ni, surtout, leurs spores; mais il les empêche de se développer; ce qui suffit pour la conservation des viandes. On peut même se borner à descendre à 2 ou 3 degrés au-dessus de zéro.

Depuis longtemps, on conserve la viande, le gibier, le poisson, dans les glacières. En été, les marchandes de poissons entourent de glace leurs pièces. Il n'y avait qu'à perfectionner le procédé, à éviter le contact même de la glace et de l'eau qu'elle produit, et à appliquer la réfrigération en grand, dans des cas spéciaux.

La figure 234, qui représente un appareil de ménage construit par Ch. Tellier, donne une idée de tous les meubles de la même destination. C'est une armoire doublée de zinc, mais soigneusement isolée par 10 centimètres de paille sèche, coupée en morceaux d'un centimètre de longueur. La porte supérieure permet l'introduction de la glace; un robinet placé à la partie inférieure sert à recueillir l'eau de fusion. La porte inférieure donne accès au garde-manger, qui est disposé pour recevoir les viandes, les mets à conserver et les boissons à rafraîchir.

C'est surtout la réfrigération en grand qui est importante. Aux États-Unis (Du Mesnil), on se sert d'un wagon réfrigérateur pour transporter des fruits frais de Californie à New-York. Il est parti d'Australie, pour la première fois, en 1880, un navire portant à son bord un appareil à fabriquer la glace pour conserver la viande qu'il apportait en Europe. Depuis lors, il vient aussi de la viande des États-Unis par le même système. Londres seul a reçu, dans les neuf premiers mois de 1884, 238,130 quintaux de viande de mouton ainsi traitée (de Leyn). Les animaux, tués au point d'embarquement, sont rapidement dépouillés de leur peau, les viscères enlevés, et les quartiers, enveloppés d'une mince toile de coton, portés sur les navires, dans des chambres dont on maintient la température au-dessous de 10 degrés, généralement entre 5 et 0. On se trouve même mieux de n'enlever que la tête et les viscères des animaux et de laisser la viande dans la peau. L'inconvénient de cette méthode, c'est que l'utilisation des viandes soit presque exclusivement réservée aux grands centres ou même aux villes maritimes, qui assurent l'écoulement et la consommation immédiat de la cargaison; parce que les viandes conservées par refroidissement (plutôt que par congélation) ne supportent pas le passage du milieu froid dans une température ordinaire. Mais il est possible d'avoir des wagons également frigoriques, qui amènent les viandes du port d'arrivée aux villes de l'intérieur. Il est clair que, désormais, une ville qui s'attend à être assiégée aura tout intérêt à abattre dès le premier jour toutes ses bêtes de boucherie et à les conserver par le froid, plutôt que d'entretenir longuement et mal des animaux vivants, qui l'encombrent, la gênent, et dépérissent. La viande conservée par le froid ne perd rien de sa saveur.

On connaît les méritoires efforts accomplis, en France, par Ch. Tellier. pour constituer une méthode pratique de réfrigération, et l'histoire du *Frigorifique*, qui n'a pas eu de succès, mais a établi le principe. Actuellement, d'après Juclier, les viandes d'Australie et de la Plata voyagent véritablement congelées, dans un froid de 5 à 10 degrés au-dessous de zéro, obtenu par les appareils Carré ou Pictet, ou mieux à l'aide de machines soufflantes qui utilisent le froid produit par la détente de l'air comprimé.

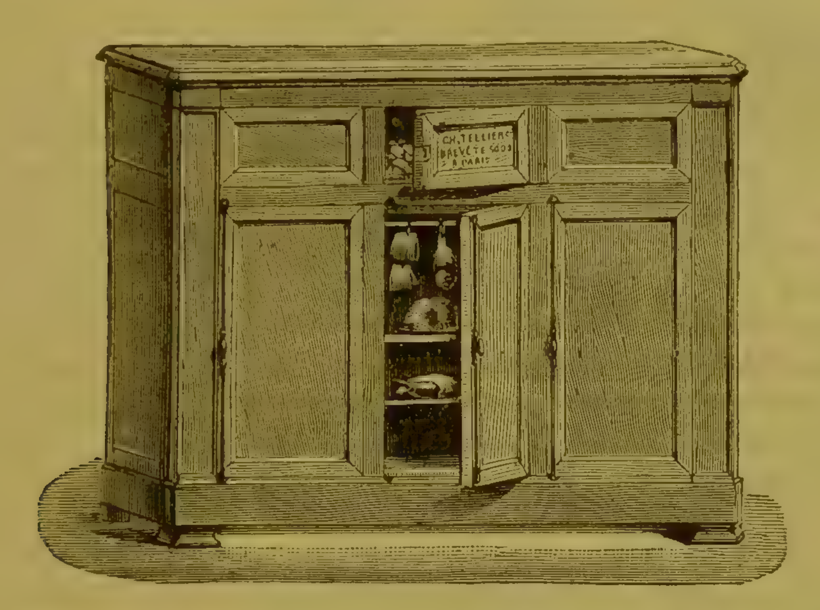


Fig. 234. — *Coffre à glace.*

8° **Les extraits, les poudres, les soupes.** — Ce sont, à la fois, des procédés de conservation des substances alimentaires et des moyens (ou prétendus tels) de réduire à leur plus simple expression la forme et le volume, non seulement de la viande, mais encore de ce mélange complexe qui constitue les repas de la plupart des hommes.

Il existe aujourd'hui une douzaine d'*extraits*, dont le fameux *bouillon* ou *extrait de Liebig* est le type, et qui se ressemblent tous par ces caractères : qu'ils sont des condiments et non des préparations alimentaires, et que, s'ils ne nuisent pas aux consommateurs, ils bénéficient généralement à ceux qui les ont inventés et les vendent. On a, longtemps, laissé croire que l'extrait Liebig est la quintessence de la viande et que la moitié d'un bœuf tient dans un petit pot. Les extraits, cependant, ne renferment que des matières *extractives*, et non des matières *protéiques*. Ils gardent, en outre, une énorme proportion de sels, parmi lesquels prédominent les sels de potasse.

Roth et Lex, utilisant les analyses de Bunge, Aubert et Dehn, expriment ainsi qu'il suit la composition des extraits de viande :

Eau	16 à 22 p. 100
Sels	17 à 22 —
Matières organiques	56 à 67 —

100 parties de sels renferment :			
Potasse	38	à	46
Acide phosphorique	28	à	35
Soude	10	à	13
Magnésie	3	à	4
Chaux	0,5	à	1
Oxyde de fer	0,2	à	0,4
Acide sulfurique	2	à	3
Chlore	8	à	12

Les matières organiques renferment :	
Acide lactique	3
Créatine	3
Substance gélatiniforme	12
Graisse	0,25 à 1
Albumine	traces.
Acides inosique, acétique, butyrique, créatinine, sarcosine, leucine, inosite, hématine, globuline, urée	36

Dans des expériences qui, à la vérité, ont été fortement critiquées par Bunge, puis par Lehmann, Kemmerich a tué des animaux par le régime exclusif à l'extrait de Liebig, plus vite que par la diète absolue. Muller (1870), avec 20 à 30 grammes de Liebig, ajoutés au régime ordinaire, a provoqué des symptômes d'intoxication.

La nocuité de l'extrait de Liebig a été attribuée aux sels de potasse par Kemmerich, Eulenburg, Gutmann et par A. Gautier, qui s'appuie sur les expériences de Cl. Bernard et Grandeau et de Podcopaew. Les sels de potasse accélèrent d'abord les mouvements du cœur pour finir par le paralyser ; ils irritent vivement les voies digestives ; 8 à 10 grammes de chlorure de potassium, injectés par Podcopaew dans l'estomac d'un chien de six kilogrammes, ont abaissé rapidement sa température de 3 degrés ; l'animal est mort au bout de quelques heures avec des vomissements et une diarrhée sanguinolente. A. Gautier, porte à 18gr,6 p. 100 grammes d'extrait le poids des sels de potasse ; ce chiffre est peut-être un peu élevé ; Parkes l'évalue à 15 grammes seulement. En adoptant ce chiffre et reprenant les expériences de Kemmerich, Bunge trouve que le poids de sels de potasse nécessaire pour tuer un homme, calculé sur celui qui tue un lapin, ne saurait être au-dessous de 70 grammes ; c'est-à-dire qu'il faudrait plus de 300 grammes d'extrait pour empoisonner un homme. Or la dose nécessaire pour le bouillon n'est que de 4 à 5 grammes.

Ce n'est, toutefois, qu'innocenter à moitié la préparation. Ce serait seulement un poison faible, mais un poison cependant. Lehmann a repris les expériences de Kemmerich et expliqué que l'action des sels de potasse, dans l'augmentation de fréquence et de force du pouls, est d'ordre réflexe et dépend de l'excitation de l'estomac et de l'intestin que produisent tous les sels, non d'une propriété spéciale de la potasse. Les chats et les rongeurs recevant 1 p. 100 de leur poids d'extrait Liebig n'ont jamais paru en éprouver d'inconvénients. Des enfants délicats, amaigris et épuisés, ont semblé, au contraire, se relever sous l'influence de cette préparation, comme il fût résulté d'un bon bouillon, suivi d'autre chose.

Le Liebig semble être supplanté par le *Cibils*, plus fluide et dont il faut une dose double. Nous l'avons expérimenté à l'hôpital militaire de Lille : ses qualités de parfum et de sapidité sont supérieures à celles du précédent.

Le petit volume de ces extraits, par rapport à la quantité de bouillon qu'ils peuvent fournir, leur donne un grand attrait pour les hygiénistes militaires, en vue des approvisionnements de guerre, pour les blessés et

malades. Parkes était un enthousiaste du Liebig ; Morache lui est plutôt hostile. Nous pensons que le Cibils est tolérable.

Le tableau ci-dessous, de R. Sendtner, indique les noms et la composition des divers extraits actuellement en vogue.

DÉSIGNATION.	EAU.	CENDRES.	MATIÈRE ORGANIQUE.	AZOTE.	SUBSTANCES solubles dans l'alcool à 80°.	CHLORE des CENDRES.
	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.
Extrait de viande de Pastoril	15,50	26,23	58,27	»	61,74	»
— of Meat de Pisonis	17,74	19,68	62,58	»	64,68	»
— de viande de Kemmerich	18,88	19,46	61,66	»	59,06	»
Extractum carnis de Cibils	19,41	26,44	54,15	»	62,86	21,32
Extrait Liebig (Fray Bentos)	18,79	23,02	58,19	8,00	61,85	10,00
Saladero Concordia	21,28	15,85	62,27	9,64	58,29	»
Peptone de viande de Kemmerich	34,27	7,71	58,02	9,36	28,40	»
Cibils Hermanos (liquide)	64,13	18,29	17,58	2,10	34,28	44,45
Bouillon-peptone de Kochs	59,58	15,88	25,54	3,66	32,78	43,19
Bouillon de viande condensé de Kemmerich	62,59	17,06	20,35	3,14	29,32	41,97
Extrait de bruillon de Maggi	68,64	23,80	7,56	1,29	25,79	57,23
Bouillon concentré Morris, Canning et C°.	64,24	13,40	22,36	»	29,87	»

Dans les cendres de l'*extractum carnis* de Cibils, il y a 35,89 p. 100 de potasse, 18 de soude, 25, 59 d'acide phosphorique.

Ces extraits, en boîtes bien fermées, se conservent assez longtemps, mais non indéfiniment.

Farine de viande de Hassall. — On dessèche de la viande privée de sa graisse; on la pulvérise et l'on ajoute 8 p. 100 de fécule d'arrow-root, 2,5 de sucre, 3 de sel, épices, poivres, matière colorante. L'analyse de trois échantillons de cette préparation a donné à Parkes (p. 100) : Eau, 12,68; graisse, 10,99; sels, 3,82; azote, 8,81 (= albuminoïdes, 55,5); le reste est formé des épices, du sucre, de la fécule, etc., et de 1,8 p. 100 d'acide lactique. La farine de Hassall paraît être un aliment positif. Cependant, Parkes a constaté que son usage prolongé entraîne la dyspepsie et qu'il faut absolument y associer le pain et surtout la graisse.

Biscuits-viandes. Farines-viandes. — En 1855, Röhrig essaya de fabriquer un *biscuit au sang*, qui n'eut pas de succès dans les armées. Thiel (1867) offrit un *biscuit-viande* que l'on préparait avec de la viande fraîche, hachée menu et incorporée à de l'eau et à de la farine, en traitant d'ailleurs la pâte comme pour obtenir du biscuit ordinaire. Gehrig et Grunzig, de Berlin, ont mis dans le commerce une farine-viande dont la préparation est restée secrète, mais dans laquelle on a trouvé à Netley, 35,3 p. 100 d'une substance albuminoïde, 4,3 de graisse, 34,7 d'hydrocarbonés, 8,8 de sels, 17 d'eau. Gail Borden, de Galveston (Texas), produit un biscuit-viande, formé de parties égales d'extrait de viande et de farine. Le tout, avec force promesses et considérations alléchantes.

Saucisson aux pois; Erbswurst. — Ce saucisson est fait de farine de pois, de viande et de graisse de porc cuites, additionnées de sel. Parkes y a trouvé, pour 100 p. : 16,2 d'eau, 7,19 de sels, 12,297 d'albuminates, 33,65 de graisse, 30,663 d'hydrocarbonés. Selon Ritter, un saucisson réservé aux officiers renferme un peu moins d'azote et un peu plus de sels que celui des soldats. Grivel et Spont, en France, ont essayé de faire un saucisson aux pois et au jambon, dont on espère beaucoup. Laverrière a décrit devant la *Société d'agriculture* de France le procédé

de fabrication allemand; c'est une machine rotative qui mélange la farine de pois et la viande hachée.

Le saucisson allemand était enveloppé de parchemin au lieu de boyau et se conservait très bien pendant quatre à cinq mois. Son grand mérite est de pouvoir donner une soupe en cinq minutes, dès que l'on a de l'eau bouillante, et d'être prêt quand on n'a rien autre chose. Les soldats contractent, à son usage, de la flatulence, de la diarrhée, et s'en dégoûtent en peu de jours. Ce n'est pas encore cela qui rendra la guerre un exercice salubre.

Soupes portatives. — Ce sont des tablettes de matière nourricière, facile à désagréger, sur lesquelles il suffit de verser de l'eau bouillante pour avoir un potage. Pendant la guerre des Ashantis, l'armée anglaise s'est bien trouvée d'une préparation de ce genre : *Edward's patent desiccated soup.* Un industriel de Bordeaux, Gremailly, a offert depuis dix ans, sous le nom de *soupe française*, des tablettes de légumes animalisés, dans lesquelles Poggiale trouvait 65 p. 100 de matières grasses et albuminoïdes, 25 de matières végétales, 10 de sel ou de sucre.

Nutricine. — Sous ce nom alléchant, Moride a présenté à l'Académie des sciences (8 novembre 1880) une préparation composée de viande crue, désossée et privée de tendons, et de pain ou de substances farineuses azotées, qui sont censées remplacer l'eau de la viande. Le mélange, séché à l'air ou à l'étuve, est pulvérisé, tamisé; la poudre, agglomérée avec de l'eau gommée ou de l'albumine, se prête à la confection de tablettes portatives.

Poudre-viande Hofmann. Carne pura. — En 1880, le docteur Meinert fit connaître la poudre-viande (*Fleischpulver*) du professeur Hofmann et les avantages qu'elle paraissait pouvoir présenter, au point de vue de l'alimentation azotée des groupes laborieux et des soldats. Cette poudre était fabriquée en Amérique (La Plata), avec la viande des bœufs qui surabondent dans le pays et par des procédés tenus secrets. Ses caractères étaient : le bon marché (3 fr., 125 le kilogramme), sa facile conservation, son petit volume et son aptitude au transport, son bon goût, la rapidité de la préparation du bouillon par son moyen, ou même de la préparation d'un repas pourvu qu'on lui associe de la graisse, des substances végétales, etc., ce à quoi elle se prête merveilleusement. La composition annoncée (Hofmann, Voit, Forster, Kirn) était : eau, 10; albumine sèche, 73; chlorure de sodium, 10; matières extractives et sels divers, 7.

Depuis lors, la société *Carne pura* s'est formée, à Brême, pour l'exploitation du brevet d'Hofmann et, à l'aide de capitaux considérables et d'une réclame active, habilement revêtue des dehors scientifiques, est arrivée à des résultats importants en Allemagne, en même temps qu'elle provoquait, ailleurs, des efforts dans le même sens. Elle entretient, à Buenos-Ayres, un médecin et un vétérinaire militaires prussiens, pour se mettre à l'abri du soupçon d'importer en Europe de la viande d'animaux malades; elle a, à Berlin (*Küstrinerplatz*), une petite usine et, sous la direction de Meinert lui-même, elle a pris une part fructueuse à l'Exposition de Berlin de 1883. Elle ne vend pas seulement des boîtes de poudre à bouillon, mais, en suivant les goûts allemands et, toujours d'après ses « principes scientifiques », elle fabrique des tablettes dans lesquelles on a associé à la poudre les choux et les pommes de terre, les pois, les haricots, les lentilles, le chocolat, etc.

La poudre-viande *carne pura* a subi victorieusement les analyses de divers chimistes, la dégustation de plusieurs hygiénistes (Hentsch, De Chaumont, J. Arnould), la mise en usage pour une alimentation prolongée (Römberg, à Rostock, Baer à Plötzensée). On dit que l'administration militaire allemande et le gouvernement belge l'ont introduite dans leur approvisionnement.

Toutefois, les paquets livrés au commerce ne sont pas toujours aussi purs de goût que ceux des expériences. Le point de dessiccation convenable de la viande à transformer en poudre est délicat à atteindre; c'est, paraît-il, une question de température; trop faible, elle n'assure pas la conservation de la poudre; trop élevée, elle lui communique le fumet de colle forte. D'ailleurs, la constitution scientifique des préparations de *carne pura* n'est pas une garantie absolue qu'elle plaira toujours et qu'elle atteindra complètement le but physiologique (Villaret).

On produit, en France, beaucoup de sortes de poudres-viande (Adrian, Rousseau, etc.), qui se vendent fort cher et auxquels nous avons toujours trouvé un parfum prononçé d'équarrissage, peu favorable à la généralisation de leur emploi. Poincaré a reconnu à la poudre-viande, chez des chiens, un pouvoir nutritif inférieur à celui de la viande à poids égal et même des propriétés fâcheuses pour les organes digestifs.

Conservation des œufs, du lait. — Pour conserver les œufs, on les plonge dans un lait de chaux, additionné de sucre (Payen) et de crème de tartre (A. Gautier), quand ils sont frais pondus. Les pores de la coquille, qui permettent l'introduction de l'air et de ses germes, sont ainsi obturés. Morache estime que la solution de sel marin au dixième atteindrait au même résultat. La sécurité complète ne peut, d'ailleurs, être obtenue qu'à l'aide d'un vernis imperméable (huile et cire, gélatine, vernis à l'alcool), et ce serait un peu coûteux. Encore, l'œuf perd-il de sa sapidité spéciale. Hofmeier a eu l'idée de faire dessécher et réduire en poudre le jaune des œufs employés à fabriquer l'albumine, et que l'on envoie d'ordinaire aux ganteries; cette préparation rentre ensuite avantageusement en diverses opérations culinaires. On a imité, du reste, ce procédé sur des œufs entiers (conserves d'Effner); ces conserves, très soignées, remplacent les œufs partout où ceux-ci ne sont qu'une association. Il suffit de restituer de l'eau à la poudre d'œufs.

Le lait *cuit*, additionné de jaunes d'œufs et d'un peu de bicarbonate de soude, se conserve assez longtemps en bouteilles fermées. Parkes en a reconnu bon, après un an, qui avait été traité de cette façon. Il faut consommer ce lait aussitôt après l'ouverture des bouteilles.

Mais, toutes les fois que l'on transporte du lait liquide, indépendamment du volume gênant de la conserve, il arrive que le ballottement fait monter la crème et la convertit plus ou moins complètement en beurre. On s'est donc évertué à diminuer à la fois la masse et la fluidité du lait, en en évaporant l'eau en tout ou en partie. Fadeuille préparait une *poudre de lait* dont les boîtes, du poids de 97 grammes, représentaient un litre de lait; il suffisait, pour s'en servir, de restituer l'eau. Mabru avait imaginé un

mode de remplissage des boîtes tel qu'elles étaient absolument pleines, et que, par conséquent, le lait ne pouvait ballotter (Morache). Aujourd'hui, l'on fabrique surtout du *lait concentré*, par des procédés relevant directement de la méthode Appert. Martin de Lignac ajoute 75 grammes de sucre par litre de lait, évapore le lait jusqu'à réduction d'un litre à 200 grammes, le verse dans des boîtes de fer-blanc que l'on porte pendant dix minutes à l'ébullition et que l'on ferme ensuite par soudure. Il se prépare, en Suisse, de grandes quantités de lait condensé par un procédé analogue. Kofler a trouvé ces conserves constituées ainsi qu'il suit : Pour 100 de matière, sucre de canne 25 à 30 ; sucre de lait 14 à 18 ; graisse 12 à 13,6 ; caséine et albumine 24 à 29,6 ; sels 2 à 2,9 ; eau 18,8 à 22,2. Et Forster : 26,95 pour 100 d'eau ; la partie solide renfermait : albuminoïdes 14,46 ; graisse 12,5 ; sucre de lait et de canne 66,7 ; matières extractives 3,29 ; cendres 3,05. Trommer recommande la préparation suivante : Un mélange à parties égales de lait et de crème est échauffé presque à l'ébullition ; ensuite, on ajoute, par litre du mélange, 100 grammes de sucre de canne en solution cuite et clarifiée ; puis, on évapore à 70°, jusqu'à consistance de sirop.

Il faut absolument renoncer à conserver le lait par les acides *salicylique*, *benzoïque* et même par l'acide *borique* ou le *borax*.

Quand le lait doit être transporté par la chaleur, on conseille de l'entourer de glace aussitôt après la traite. D'après les observations de W. K. Newton et Wallace, de New-Jersey, il se développerait dans le lait, agité pour le transport dans de mauvaises conditions, un poison fort voisin de la ptomaïne que Vaughan appelle *Tyrotoxicon* et qui a causé en divers points, dans les glaces à la vanille, les accidents imputés à tort à cette dernière substance.

Farines lactées. Laits artificiels. — Ce sont des préparations qui prétendent suppléer le lait de femme ou le lait de vache et, au besoin, faire mieux que l'aliment naturel des petits enfants. Hofmann (de Leipzig) déclare au Congrès d'hygiène de Dresde (1878) qu'il ne connaît pas moins de 45 de ces succédanés du lait. Et le malheur des temps veut que la fraude éhontée qui préside aujourd'hui à la vente du lait justifie ces efforts de philanthropique apparence. Une des plus graves conséquences de l'écrémage et du mouillage du lait c'est, en effet, de pousser les familles vers les laits artificiels et les farines lactées « spécialités pour l'enfance ».

Le lait concentré n'est déjà pas favorable aux enfants, à cause de son excessive richesse en sucre. Pourtant, on ne s'y est pas permis de substitution aussi audacieuse que celles que nous allons reconnaître.

Les *farines lactées* se ressemblent infiniment ; toutes ajoutent à du lait une farine dont l'amidon est éclaté par la chaleur humide et en partie converti en dextrine ; la différence est dans la nature de la farine employée. Dans la *farine Nestlé*, c'est la poudre de pain grillé qui a été chauffée avec du lait de Suisse jusqu'à ce qu'on pût avoir une poudre apte à être conservée en boîtes. Liebig a donné une formule pour remplacer le lait par la

farine de froment, de la façon suivante : « On fait bouillir 16 grammes de farine de froment avec 60 grammes de lait écrémé jusqu'à ce que le mélange soit transformé en une bouillie homogène; on le retire ensuite du feu et l'on y ajoute, immédiatement après, 16 grammes d'orge germée qui aura d'abord été broyée dans un moulin à café et mélangée avec 32 grammes d'eau froide et 3 grammes d'une solution de bicarbonate de potasse, la dernière, faite de 11 parties d'eau et de 2 parties de bicarbonate. Après avoir ajouté l'orge germée, on met le vase dans de l'eau chaude jusqu'à ce que la bouillie soit devenue douce et liquide comme de la crème. Au bout de 15 à 20 minutes, on remet le tout sur le feu, on fait bouillir quelques instants et l'on fait ensuite passer le lait à travers un tamis serré de fil ou de crin, qui retient les matières fibreuses de l'orge ». Les éléments « plastiques », dit l'auteur suivant sa fameuse théorie, sont ici aux éléments « respiratoires » comme 10 est à 38, c'est-à-dire comme dans le lait de femme.

Voilà une chimie bien sûre d'elle-même et l'on ne sait pourquoi la nature s'est évertuée à mettre de la graisse et du sucre dans le lait, du moment qu'il n'y a qu'une question de proportion entre les azotés et les non azotés. Il paraît qu'en Allemagne des milliers d'enfants sont élevés avec le *lait Liebig* à partir du troisième jour après la naissance! Néanmoins, les hygiénistes et médecins des enfants en France, l'ont repoussé du premier coup; une expérience courte, mais qu'il eût été peu humain de prolonger, avait paru suffisante à Depaul pour condamner cette composition qui, d'ailleurs, se présentait dès lors avec les mêmes visées commerciales que l'extrait du même Liebig (voy. plus haut). Que veut-on de plus? Les hygiénistes allemands eux-mêmes ont proclamé (1878) qu'il n'y a, en définitive, qu'un seul succédané du lait de femme pour l'enfant, à savoir le lait de vache naturel, et que le vrai moyen de venir en aide aux nourrissons est de multiplier les établissements de production rationnelle de lait, sous une surveillance compétente (*Milchwirthschaften*), comme il en existe déjà dans plusieurs villes d'Allemagne et d'Italie.

Les vacheries dans l'intérieur des villes sont discutables; mais le principe reste.

Deux médecins des hôpitaux de Paris, Dujardin-Beaumetz et Hardy (Er.), ont cru devoir porter à la connaissance du public français le procédé de fabrication d'une bouillie à la *farine d'avoine*, destinée à l'alimentation du jeune âge. On fait macérer une cuillerée à bouche de farine dans un *verre d'eau* ou de lait pendant douze heures, on passe au travers d'un tamis et l'on fait bouillir jusqu'à consistance de gelée; après quoi l'on ajoute du sel ou du sucre. Cette préparation est, dit-on, très usitée en Écosse et en Allemagne, où elle porte le nom de « sirop de Luther ». Cela ne rend pas enviable le régime des petits enfants dans ces deux pays. Peut-être bien pouvons-nous nous dispenser de recourir à la farine d'avoine, en France, où nous avons du blé partout. Surtout, nous nous garderons d'attribuer une vertu spéciale à une farine quelconque qui ne serait associée qu'à de l'eau, sucrée ou salée. On ne remarque pas, d'ailleurs, que la gelée à la farine d'avoine ait pris beaucoup d'extension dans notre pays.

Confiseries. — Nous terminerons cette longue revue des substances naturelles ou préparées, qui sont susceptibles de pénétrer dans l'estomac humain, par la mention des produits de la confiserie, dont l'importance

alimentaire est peu considérable, mais qui appellent surtout l'attention de l'hygiène par cette circonstance qu'ils sont le véhicule traditionnel de matières colorantes de toute nature. D'ailleurs, tout le monde consomme des bonbons et des sucreries, quoique les enfants de toutes classes en soient encore les destinataires les plus habituels.

ACCIDENTS MORBIDES PROVENANT DES CONSERVES. — Ces accidents relèvent de deux ordres de circonstances : 1° L'*altération des conserves;* 2° la *toxicité du métal des récipients* ou des *couleurs* dont on a paré la préparation.

1° *Altération des conserves.* — Il y a, évidemment, des degrés dans les altérations que peuvent subir les conserves, surtout celles de viande, et dans la gravité que peuvent avoir ces altérations, au point de vue de la salubrité des substances alimentaires. Toutes les conserves perdent au fur et à mesure que l'on s'éloigne du moment où elles ont été préparées; aussi, dans les armées, met-on les approvissionnements de ce genre en coupe réglée, de façon à ne pas les laisser vieillir. C'est-à-dire que l'on consomme les boîtes de la plus ancienne date pour les remplacer par de toutes récentes.

Or, la vétusté seule n'ôte guère que de la sapidité aux conserves; cela diminue peut-être leur pouvoir nourricier, mais n'empoisonne personne.

Il n'en est plus de même d'altérations, aiguës en quelque sorte, qui se sont emparées, on ne sait pourquoi, de certaines boîtes au milieu d'un stock de conserves, et dont la mise en consommation a produit ces accidents cholériformes qu'on observe dans toutes les circonstances où il y a eu ingestion d'aliments putrides, envahis par des microorganismes fabricateurs de ptomaïnes. Nous ne connaissons, dans cette série de faits, que ceux de Duriez, observés le 13 janvier 1881, en Algérie, sur dix hommes du 64e régiment d'infanterie, qui s'étaient partagé une boîte de conserve de bœuf, alors que leurs camarades de la même compagnie, qui avaient reçu également une boîte par chaque dix hommes, n'éprouvaient rien de particulier. Les convives de la mauvaise boîte offrirent les symptômes suivants : nausées, vomissements alimentaires et bilieux, vertiges, coliques violentes, suivies de selles diarrhéiques, fétides, spumeuses; des crampes très douloureuses se manifestant à intervalles rapprochés, durant 4 à 5 minutes et se limitant aux membres inférieurs. Ces faits sont du plus haut intérêt et Daga a eu bien tort de ne pas les publier dans tous leurs détails, au lieu de les résumer.

On peut y rattacher le récit de Darnet, d'empoisonnements par du *confit de dinde,* qui se traduisirent par des symptômes identiques aux précédents, et les accidents de la foire de Bordeaux (1884), dans lesquels il y eut trois morts.

Morue avariée. — On ne prend pas énormément de précautions pour conserver ce poisson, aussi précieux que commun, et, en revanche, comme le fait observer Em. Mauriac, on en consomme des quantités si considérables que l'on doit trouver que les accidents causés par cette substance alimentaire, lorsqu'elle est gâtée, sont relativement rares.

Ce médecin distingué relève les observations connues d'accidents de cette sorte : celle de Maréchal (1866), 130 malades; d'Hermann, de Saint-Pétesbourg (1878), 108 intoxiqués par la morue salée et séchée, dite *Stockfisch*; de Schaumont, à la légion étrangère (1878), à Sidi-Bel-Abbès (Oran), un jour de vendredi-saint: 122 malades; de Bertherand, à Alger (1884); de Heckel, à Marseille (1878); de Bérenger Féraud, en 1880 et surtout en 1884, sur la division navale de Lorient. Ajoutons celle de Millet, sur le 112° d'infanterie, à Ajaccio, en 1886 (environ 100 malades).

Les phénomènes sont toujours les mêmes : nausées, vomissements, diarrhée, refroidissement, crampes; en un mot, des symptômes cholériformes. Quant à la morue qui les a déterminés, ce qu'il y a de plus certain et de plus frappant, c'est qu'elle avait les caractères d'une substance putride. Elle répandait parfois une odeur infecte, avait perdu sa consistance (état *granuleux* de Millet), et présentait une coloration anormale que les uns qualifient de *grisâtre* et que d'autres dénoncent nettement comme étant *rouge*. Tout porte à croire qu'il s'était développé là quelque ptomaïne. Mais il est très possible que l'on ait eu tort d'attacher une si grande importance à ce *rouge de la morue*, dans lequel les connaissances modernes n'indiquent rien qui puisse faire supposer que les organismes fabricateurs de poisons cadavériques sont là plutôt qu'ailleurs. Celui qui, en effet, peut correspondre au rouge de la morue, c'est le *Coniothecium sanguineum*, ou celui que Mégnin a cru devoir baptiser *Coniothecium Bertherandi*, ou plus simplement *Clathrocystis roseopersicina*, organisme qui indique un milieu impur, mais ne passe point pour être un générateur de ptomaïnes. Les expériences faites sur les animaux avec la morue rouge par Mégnin, Layet, Mauriac, sont en faveur de son innocuité.

Aussi, le gouvernement français a-t-il été en droit de suspendre les effets de son arrêté d'interdiction de cet aliment. A vrai dire, nous n'hésitons pas à déclarer qu'il vaut beaucoup mieux que la morue soit blanche.

Quoi qu'il en soit, la ptomaïne de la morue gâtée doit être très voisine de celle de l'esturgeon salé vénéneux, isolée par V. K. Anrep (de Kharkow), en 1885.

2° *Récipients et couleurs toxiques.* — Primitivement, les conserves Appert étaient renfermées dans des bocaux de verre. Cette méthode était coûteuse et fort gênante pour les transports ; l'industrie eut bientôt fait d'offrir aux fabricants de conserves une enveloppe à bon marché et à peu près insensible aux heurts. C'est très généralement le *fer-blanc*, étamé à l'étain plus ou moins pur, que l'on emploie pour cet usage. A la rigueur, l'étamage du fer-blanc pourrait être fait à l'étain ; mais, trop souvent, par raison d'économie, les fabricants emploient un fer-blanc de qualité inférieure et facilement reconnaissable à son ton bleuâtre, obtenu en trempant à chaud les tôles dans un bain d'alliage d'étain et de plomb (A. Gautier). — On constate la présence du plomb dans l'étamage en déposant à la surface du fer-blanc une goutte d'acide nitrique pur, en évaporant doucement à la lampe et en humectant la tache formée avec une solution d'iodure de potassium au 10e, qui détermine une teinte jaune, s'il y a du plomb. — En outre, il faut souder les boîtes, et les plombiers déclarent ne pouvoir le faire à l'étain pur, ni même avec un alliage de 2 parties d'étain pour une partie de plomb. On peut souder avec l'alliage à parties égales, qui est, du reste, trop plombifère ; mais d'habitude, les ouvriers forcent la dose de plomb et en mettent 2 parties contre une partie d'étain fin. Quelques fabricants obtiennent les boîtes par emboutissement, d'un seul coup,

et le couvercle seul est soudé; c'est un bon moyen de diminuer des trois quarts les soudures au plomb. D'autres sont même parvenus à souder avec un alliage exempt de plomb ou avec un mastic également non plombifère.

Mais toutes les fois que les substances conservées, viandes ou légumes, sont au contact d'un alliage plombique, du fer-blanc ou de la soudure, les sels vénéneux saturnins se forment et le consommateur est exposé à de sérieux dangers. On a nié ce danger ; pourtant, de nombreux auteurs, et Gautier spécialement, citent des faits pathologiques dans lesquels il est difficile de ne pas reconnaître les caractères de l'empoisonnement plombique et de ne pas voir la filiation directe avec l'usage de certaines conserves.

En France et en Allemagne (loi du 9 mai 1887), les administrations ont fixé à 10 p. 100 de plomb le maximum de la tolérance dans l'alliage destiné à la fabrication, à l'étamage et à la soudure des ustensiles servant aux usages alimentaires (Dubrisay). Il n'y a qu'à appliquer cette règle aux boîtes de conserves et, naturellement, au papier d'étain dont on enveloppe les fromages, aux feuilles d'étain dont on fabrique les *capsules* destinées à coiffer des bouteilles à lait, etc.

Nous devons, pourtant, tenir compte des expériences d'Em. Ungar et Guido Bodländer sur les effets toxiques de l'étain, instituées précisément en vue de déterminer les dangers que peut faire courir à la santé des consommateurs l'usage des conserves renfermées dans des boîtes de fer-blanc étamées. On essaya particulièrement les combinaisons organo-métalliques, l'acétate d'étain-triéthyle, analogues à celles qui peuvent se former aisément sous l'action des acides des conserves (végétales surtout). L'absorption prolongée de doses, même très faibles, d'étain peut provoquer une intoxication chronique chez les chiens : paralysie, maigreur, abêtissement, mort, sans lésions notables à l'autopsie. — Ces expériences n'ont pas encore été renouvelées et il ne faut pas se presser de conclure.

Reverdissage des conserves de légumes. — Toute cuisinière sait que les légumes fins, haricots verts et petits pois, gardent au mieux leur belle couleur verte quand ils sont cuits dans des vases de cuivre. Les fabricants de conserves de légumes (Paris, Bordeaux, Nantes, Angers, Le Mans, Périgueux, Agen) ont mis à profit cette remarque en introduisant le sulfate de cuivre (30 à 70 grammes pour 100 litres) dans l'eau destinée à cuire les légumes. La dose est d'autant plus forte que les légumes sont plus près de la maturité, plus jaunes et plus résistants. Le métal se fixe sur les légumes à l'état d'albuminate insoluble, les colore et contribue à les conserver. Au sortir de la chaudière, les légumes sont lavés, toutefois, avant d'être placés dans les boîtes, où l'on n'introduit pas l'eau cuivreuse. Les neuf dixièmes des légumes verts de conserve sont *reverdis* de cette façon.

Les proportions de cuivre dans ces légumes varient selon leur nature et les maisons qui les préparent. Dans le liquide des boîtes, il y en a en moyenne 13 milligrammes, selon Galippe ; mais l'on rejette d'abord ce liquide. Pour ce qui est des légumes, on y a trouvé par kilogramme, jusqu'à 10 centigrammes de cuivre (Pasteur), 2 à 12 centigrammes (A. Gautier), 4 à 5 centigrammes (Galippe); 7 à 21 centigrammes (Carles, de

Bordeaux). Brouardel a parlé de 20 centigrammes; cette proportion serait même allée à 27 centigrammes, dans les analyses de Chatin et Personne, cités par Gallard. Mais il semble que le chiffre le plus habituellement atteint, ou du moins avoué, est de 16 à 18 milligrammes.

Il est apparent que le reverdissage au cuivre ne saurait être officiellement toléré.

On est bien revenu des exagérations dans lesquelles on était tombé autrefois au sujet de la toxicité du cuivre; pour un peu, l'on arriverait, c'est le propre de la réaction, à donner dans l'excès contraire. Il est certain, tout d'abord, que le cuivre existe en quantité notable dans tous nos aliments (Devergie, Hervy, Sarzeau, Deschamps, Meisner, Donny, Commaille et Lambert) et, par suite, dans les viscères et le sang humain (Deschamps, Millon, Béchamp, Raoult et Breton, Lothe et Bergeron). D'autre part, les expériences de Toussaint à Kœnigsberg, de Charcot et surtout celles de Galippe, aussi courageuses que démonstratives, démontrent qu'un chien, un homme, peuvent absorber par jour plusieurs décigrammes d'acétate, de sulfate, de phosphate de cuivre, sans qu'il y ait jamais empoisonnement; tout au plus se présente-t-il quelquefois du vomissement et une colique passagère. En fait, la *colique de cuivre* est plus que douteuse; les ouvriers des mines, les chaudronniers, les fondeurs et tourneurs en cuivre, sont imprégnés du métal et se portent bien; les ouvriers employés à la fabrication des conserves de légumes mangent tous les jours, eux et leurs familles, ceux des boîtes non réussies et n'en éprouvent aucun malaise; enfin, dans les repas de tout le monde, où l'on en consomme, alors même que le cuisinier a parfois ajouté du cuivre pour mieux assurer le reverdissage, on ne voit personne en éprouver des accidents.

Au fond, il ne peut jamais y avoir assez de cuivre dans les légumes pour exposer les convives même au simple vomissement, attendu que la saveur horrible des sels de ce métal rend les aliments inabordables, lorsque le cuivre s'y trouve en proportion un peu élevée.

La question de police sanitaire, à savoir si les administrations doivent interdire la vente publique des conserves au sulfate de cuivre, a un tout autre aspect. Les savants et médecins légistes consultés par la Préfecture de police de Paris, de même que les hygiénistes réunis au Trocadéro en 1878, Pasteur, Bouchardat, A. Gautier, Brouardel, Galippe, ont toujours répondu à peu près dans les mêmes termes, à savoir que : 1° le cuivre, aux doses trouvées dans les conserves, n'est pas susceptible de nuire à la santé; 2° la préparation ordinaire des fabricants de conserves ne constitue pas une falsification; 3° ces procédés n'en sont pas moins en contradiction avec les arrêtés et ordonnances qui interdisent la préparation des substances alimentaires dans des vases en cuivre et qu'une commission (Tardieu, Ville et Bussy) déclarait, en 1877, ne devoir pas être rapportés.

La conclusion du rapport de Galippe à la *Société de médecine publique* paraît pouvoir être adoptée : ne pas imposer aux fabricants l'obligation d'inscrire sur les boîtes la déclaration de la substance par laquelle le reverdissage a été obtenu, parce que l'industrie ne peut être forcée de divulguer ses procédés. Mais le dernier avis du Comité consultatif d'hygiène a été « qu'il n'y a pas lieu de lever la prohibition qui pèse sur le cuivre » (arrêté de décembre 1860).

On s'est ingénié à trouver un moyen inoffensif de colorer en vert les légumes. Lecourt et Guillemare proposent la *laque de chlorophylle*, obtenue des épinards ou des orties (!). Biardot, Possoz e Lécuyer ont pris un brevet

pour un procédé au *sucrate de chaux ;* Garges, pour une méthode qui fixerait la chlorophylle des légumes à l'aide du carbonate de soude et de l'alun. Quelques-uns ont cru pouvoir remplacer le cuivre par le chlorure de zinc. Ces succédanés sont impuissants ou plus dangereux que les sels de cuivre eux-mêmes.

Les couleurs dans la confiserie. — Les bonbons ne vont pas sans des teintes agréables. Les confiseurs ont une tendance à emprunter les couleurs les plus belles à des matières toxiques, sous prétexte que les doses deviennent infinitésimales.

Voici la liste des substances prohibées.

Couleurs minérales. — Composés du cuivre (cendres bleues, bleu de montagne); du plomb (massicot, minium, mine orange); oxychlorures de plomb (jaune de Cassel, de Turner, de Paris); carbonate de plomb (blanc de plomb, céruse, blanc d'argent); antimoniate de plomb (jaune de Naples); chromates de plomb (jaune de chrome, orange de chrome); — chromate de baryte (outremer jaune); — composés de l'arsenic : arsénite de cuivre (vert de Schéele, de Schweinfurt, vert métis); — sulfure de mercure (vermillon).

Couleurs organiques. — Gomme-gutte, aconit napel, fuchsine et dérivés immédiats, tels que bleu de Lyon, éosine. — Matières colorantes renfermant au nombre de leurs éléments la vapeur nitreuse, telles que jaune de naphtol, jaune Victoria; matières colorantes préparées à l'aide des composés diazoïques, telles que tropéoline, rouges de xylidine.

Le Comité consultatif, en 1886 (Grimaux, rapporteur), a déclaré qu'il n'entendait pas, en interdisant la fuchsine, prohiber aussi le violet de diméthylaniline, connu sous le nom de *violet de Paris*, dont la nuance permet aux fabricants français de lutter contre la concurrence étrangère.

Au Congrès d'hygiène de La Haye (1884), Poincaré a délivré un certificat d'innocuité, d'après ses expériences, aux couleurs d'aniline suivantes : bleu, jaune, orangé, cachou, brun, indigo de Java, sulfonaphtholate de calcium, bleu de méthyle, chrysome, acide sulfanilique, naphthol, éosine, roccelline, méthyléosine, érythrosine, fluorescéine, sulfo-naphthol, acide naphthionique. Clouet (de Rouen) croit à l'innocuité de la fuchsine et de l'aniline *pures*. Mais les procédés de fabrication y mélangent trop souvent l'arsenic.

Il y aurait lieu, enfin, de se préoccuper des *parfums* de pomme, de fraise, de framboise, que les confiseurs donnent volontiers à leurs produits à l'aide de simples combinaisons chimiques. Poincaré et Vallois ont reconnu que ces substances sont toxiques chez des chiens, à doses élevées. Comme elles n'entrent dans la confiserie qu'à doses infinitésimales, on peut être rassuré jusqu'à nouvel ordre.

En revanche, sur le rapport de Dubrisay, le Comité consultatif a déclaré dangereuses les *allumettes-bonbons*, au moyen desquelles des confiseurs trop ingénieux préparent de redoutables méprises chez les enfants.

Bibliographie. — Renk (F.). *Conservirung von Nahrungsmitteln* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XIII, p. 36, 1881). — *Reverdissage des conserves par les sels de cuivre* (Rev. d'Hyg., IV, p. 718, 1882). — Gallard (T.). *Rapport sur la préparation des conserves alimentaires et le reverdissage des légumes au moyen des sels de cuivre* (Rec. des trav. du Comité consult. d'Hyg. publ., XI, p. 362, et XII, p. 270, 1882-1883). — Daga. *Note sur dix cas d'empoisonnement par des conserves de bœuf bouilli* (Archives de méd. milit., II, p. 97, 1883). — Galippe. *Note sur la présence du cuivre dans les céréales, la farine,*

le pain (Rev. d'Hyg., V, p. 23, 1883). — *Observation d'empoisonnement par les boites de conserves alimentaires* (Annal. d'Hyg., VIII, p. 87, 1884). — Forster. *Ueber die Verwendbarkeit der Borsäure zur Conservirung von Nahrungsmitteln* (Arch. f. Hyg., II, p. 75, 1884). — Hassler (E.). *De l'emploi des poudres-viandes dans l'alimentation du soldat* (Archives de méd. milit., 1er septemb., 1884). — Poincaré. *Recherches expérimentales sur la valeur nutritive des poudres-viandes* (Congrès internat. d'Hyg. à la Haye, 1884). — Du même. *Rech. expérim. sur les effets des couleurs d'aniline* (Ibid.). — Poincaré et Vallois. *Rech. expériment. sur les effets des parfums artificiels employés par les confiseurs et les liquoristes* (Ibid.). — Lehmann (K.-B.). *Ueber die Wirkung des Liebig'schen Fleischextractes mit besonderer Berücksichtigung seiner sogenannten Giftigkeit* (Archiv f. Hygiene, III, p. 349, 1885). — König (J.). *Ueber die Fleischpeptone des Handels* (Arch. f. Hyg., III, p. 486, 1885). — Lehmann (K.-B.). *Ein Beitrag zur Frage der Gesundheitsschädligkeit der Salicylsäure* (Arch. f. Hyg., V, p. 483, 1886). — Millet (E.). *Accidents d'intoxication par la morue altérée, observés au 112e de ligne à Ajaccio* (Arch. de méd. milit., VIII, p. 417, 1886). — Camus. *Note sur l'altération des conserves par les ptomaïnes* (Arch. de méd. milit., VII, p. 14, 1886). — Layet (A.), Artigalas et Ferré (G.). *Note sur le rouge de la morue*. Bordeaux, 1886. — Mauriac (Em.). *La question des morues rouges*. Bordeaux, 1886. — Vallin (Em.). *Le salicylage des aliments* (Acad. méd., 2 décembre 1886). — Dubrisay. *Salicylage des substances alimentaires* (Rec. des trav. du Comité consult. d'Hyg. publiq., XII, p. 194, 1883 et XV, p. 373, 1886). — Pouchet (G.). *Emploi de l'acide borique pour la conservation des poissons expédiés de Norvège* (Rec. des trav. du Comité consult. d'Hyg. publiq., XV, p. 398, 1886). — Ungar (Em.) und Bodländer (Guido). *Ueber die toxischen Wirkungen des Zinns, mit besonderer Berücksichtigung der durch Gebrauch verzinnter Conserven-Büchsen der Gesundheit drohenden Gefahren* (Zeitschr. für Hyg., II, p. 241, 1887). — Sendtner (Rud.). *Fleischextracte und Bouillonextracte* (Archiv f. Hyg., VI, p. 253, 1887). — Heckel (E.). *La morue rouge* (Rev. sanit. de Bordeaux, p. 84, juin 1887). — Vaughan (C.). *Ueber die Anwesenheit von Tyrotoxicon in giftigem Eis und giftiger Milch und seine wahrscheinliche Beziehung zur Cholera infantum* (Archiv f. Hyg., VII, p. 420, 1887). — Dubrisay. *Emploi du plomb, du zinc et de l'étain dans la fabrication des ustensiles servant aux usages alimentaires*, etc. (Recueil des trav. du Comité consult. d'Hyg. publ., XVI, p. 508, 1887). — Riche. *De l'innocuité du nickel* (Acad. méd., 3 janvier 1888). — Poincaré. *Recherches expérimentales sur l'action toxique des conserves* (Rev. d'Hyg., X, p. 107, 1888).

IX. Rôle étiologique général de l'alimentation.

Le régime des individus ou des groupes peut pécher *par excès* ou *par défaut*. Touchant à l'un ou à l'autre de ces deux vices par quelque côté, il y a encore le *manque d'équilibre* alimentaire, dans lequel c'est moins la la surabondance ou l'insuffisance absolue des matériaux, qui entraînent des troubles physiologiques, que la prédominance ou l'infériorité relatives de tel ou tel des principes alimentaires dont nous avons montré la nécessité et dont nous avons essayé d'établir la meilleure pondération. Mais l'étiologie n'a pas encore tiré tout le profit possible de cet ordre de faits, en somme assez délicats à apprécier.

1° **Alimentation excessive**. — Elle est *aiguë* ou *chronique*.

Sous la forme aiguë, l'alimentation excessive consiste en repas trop copieux, absolument ou relativement à la capacité digestive des individus, à la digestibilité des substances ingérées. La conséquence immédiate, c'est la souffrance, l'irritation, la révolte de l'estomac, pouvant aller jusqu'aux symptômes plus spécialement qualifiés d'*indigestion*. Il est clair que la répétition de ces accidents aigus mène à la *dyspepsie* et à la *gastrite*.

Sous la forme chronique, le plus habituellement, sinon toujours, l'alimentation excessive est telle précisément par le fait que les principes azotés l'emportent sur les hydrocarbonés, ou, plus exactement, les matières

animales sur les végétaux. En dernière analyse, elle se présente comme un défaut d'équation entre la recette et la dépense.

Les conséquences en sont multiformes et disparates. Elle entraîne l'*obésité*, mais aussi la *dyspepsie*, la *gastrite chronique* et l'*amaigrissement;* on voit, à Vichy, se promener côte à côte et boire à la même source, des individus squelettiques et d'autres, ventripotents, qui appartiennent aux mêmes classes de la société, celles qui mangent trop et trop bien. On y voit aussi (Durand-Fardel) des curés et des notaires *diabétiques;* ces professions n'entraînent aucun travail corporel et, de tout temps, ont fourni aux bonnes tables de sérieux convives. Les théories modernes, si savantes, sur l'origine et la nature de la *goutte* n'ont, en somme, pas ruiné l'étiologie formulée dans la charmante fable de La Fontaine (*la Goutte et l'Araignée*); les bûcherons y sont infiniment moins sujets que les évêques. Il semble probable que la *gravelle* soit dans le même cas. Nous ne nous arrêterons pas devant l'hérédité, d'ailleurs incontestable, de l'obésité et de la goutte; cette hérédité-là s'est faite de toutes pièces, de père en fils; on ne la voit pas chez les pauvres gens, et beaucoup de riches qui y tendent par la faute paternelle ne résistent pas d'une façon accentuée à ce fâcheux courant.

L'obésité est presque une maladie, aussi les guérisseurs s'en emparent-ils. Cependant, il y a une prétention à la physiologie et à l'hygiène de la part de presque tous les médecins qui s'en sont occupés spécialement (Banting, Ebstein, de Saint-Germain, G. Sée, Monin, etc.). Ce que nous devons relever, c'est que la plupart cherchent à mettre la dépense à la hauteur de la recette; et, en cela, nous ne saurions trop nous ranger à leur avis.

2° **Alimentation insuffisante.** — Celle-ci affecte encore le mode aigu et rapide ou le mode prolongé, chronique. Dans le premier cas, c'est l'*inanitiation* (Chossat) ou mieux l'*inanisation*, suivant le terme judicieusement adopté par R. Lépine, sur l'autorité de Littré; l'*inanition* en est l'aboutissant. Dans le second cas, c'est la *famine* et la *faim* chronique.

Inanition. — Elle résulte de la privation complète d'aliments de toute nature, y compris les boissons, ou encore de la suppression des aliments solides seuls, des boissons seules, ou même des essais d'alimentation avec une substance insuffisante, telle que la gélatine seule, la graisse seule, la graisse et l'eau, etc. Ces derniers cas ne se présentent guère que dans l'inanisation expérimentale, telle que l'ont pratiquée Magendie, Collard de Martigny, Chossat, Boussingault, Regnault et Reiset, Bidder et Schmidt, Bischoff, Voit et Pettenkofer, Cl. Bernard.

Les petits enfants, toutefois, sont victimes çà et là d'une inanition par alimentation insuffisante, comme quantité ou comme qualité, qui rappelle d'assez près l'inanisation que les physiologistes exercent sur les animaux; cette variété intéresse la médecine légale autant que l'hygiène.

L'inanition par *privation absolue* d'aliments se réalise également dans les expériences de laboratoire; mais c'est celle qui nous intéresse particulièrement, parce qu'on l'observe sur l'homme, chez des hystériques, des fous, des malheureux qui adoptent ce genre de suicide, chez des naufragés (*la Méduse*) et parfois des assiégés, chez des ouvriers enfermés dans une galerie de mine par éboulement.

Expérimentale ou observée directement, l'inanition sert surtout la physiologie et, si elle a fourni à l'hygiène de précieux enseignements, c'est que les physiologistes lui ont précisément demandé les lumières nécessaires pour déterminer les conditions normales de la nutrition; ce qui ne laisse pas que d'avoir un côté paradoxal.

L'animal inanitié perd de son poids, à chaque jour d'abstinence. Un enfant de 3 kilogrammes perd environ 100 grammes par jour (Lépine). La respiration se ralentit; la quantité d'acide carbonique exhalé diminue et, vers la fin, le poids de l'oxygène absorbé est supérieur à celui de CO^2 exhalé. La température baisse, mais modérément (Chossat), probablement parce que la dépense de calorique est médiocre; le refroidissement se précipite le jour de la mort. La quantité d'urée excrétée diminue chez les carnivores, mais augmente chez les herbivores, par exemple les cochons d'Inde (Lépine); les fèces deviennent nulles; vers la fin, il y a quelquefois de la diarrhée. Ce dernier cas est habituel chez les enfants inanitiés, parce que l'inanisation se fait chez eux assez souvent sous l'influence d'une nourriture que leurs organes digestifs ne peuvent élaborer. Le chiffre des globules du sang diminue, mais la masse totale de ce liquide est loin de subir un amoindrissement en rapport avec la disparition de la graisse, avec l'atrophie du foie, de la rate, des muscles. Le pouls se ralentit peu, mais faiblit. Il se produit de la faiblesse musculaire, de l'insensibilité, un délire le plus souvent tranquille, avec hallucinations. Tout l'ensemble de l'individu, qu'il s'agisse des *sitophobes* (Guislain) ou des enfants inanitiés, se ratatine, s'affaisse, se ride; la peau se cyanose et exhale une mauvaise odeur. Les autopsies ne révèlent à peu près rien, sauf la disparition, incomplète d'ailleurs, de la graisse, l'amaigrissement des organes et peut-être la congestion des méninges (Bouchaud). Parrot a signalé la *stéatose* cérébrale des enfants inanitiés.

Une opinion vulguire est que la mort par inanition arrive plus vite lorsque la privation de boissons accompagne celle d'aliments solides. Pourtant, les animaux privés de ceux-ci et à qui on laisse de l'eau à discrétion refusent assez ordinairement de boire (Lépine). Il est vrai que, dans le cas inverse, les animaux privés de boisson refusent la nourriture sèche. Dans les deux cas, ils meurent de faim.

Un enfant inanitié meurt en huit à dix jours, plus ou moins tôt, selon qu'il est né faible ou robuste. Quant aux adultes, il est difficile de juger du temps qu'il faut pour déterminer la mort d'après ce qui se passe chez des malades, fous, hystériques, *stigmatisées*. Mais la prolongation de l'existence est probablement possible dans des limites assez larges. A propos de cet « *excentric* » Yankee, le Dr Tanner, qui, dans le cours de 1880, transforma cette question médicale en un pari et parvint, dit-on, à passer quarante jours sans manger (mais non sans boire), les journaux de médecine et même les journaux politiques ont rappelé un certain nombre de faits, plus ou moins constatés, desquels il résulte que la tolérance de l'homme pour l'abstinence plus ou moins complète est d'une remarquable énergie. L. Thomas cite : le nommé Granié, condamné à mort (1831), qui refuse toute espèce d'aliments à partir de sa condamnation et ne succombe qu'au bout de soixante-trois jours; un commerçant, âgé de trente-deux ans, qui se retire dans un bois pour y mourir de faim, le 15 septembre 1818, et y est trouvé respirant encore le 3 octobre, jour où il succombe après qu'on lui eut fait prendre du bouillon et un jaune d'œuf; Luc-Antonio Viterbi, condamné à mort en 1821, qui, du 25 novembre au 20 décembre, refusa presque toute nourriture et succomba à cette dernière date. Ces deux derniers ont pu, pendant la plus grande partie de leur jeûne, noter et écrire leurs sensations. Nous notons que Viterbi avait contracté la diarrhée par l'abstinence et qu'un repas très copieux qu'il fit un jour, espérant mourir plus tôt

par suite d'un excès au milieu de son long jeûne, n'aboutit qu'à faire cesser cette diarrhée.

Dans ces derniers temps (1886 et 1887), l'Italie nous a fourni quelques *jeûneurs*, dont l'un a été l'occasion, pour le professeur Bernheim (de Nancy), d'une théorie que l'on n'avait pas encore vu apparaître en semblable matière. Succi était, dit Bernheim, un *autosuggestionniste;* il se suggérait de ne pas avoir faim. Et, comme l'inanition toute seule ne tue pas en trente jours, il ne mourait ni de faim ni d'inanition. S'il n'y a pas eu de supercherie, l'explication est scientifique. On peut croire, d'ailleurs, que les jeûneurs sont des névropathes renforcés; ils ont d'avance les dispositions à subir la suggestion, qui réussissent si bien aux extatiques et aux stigmatisées.

Lorsque l'inanitié n'est pas absolument à bout, on peut le ramener à l'état normal par une alimentation progressive. Il ne reste plus traces des souffrances passées. Cependant, Henri Savigny, chirurgien de *la Méduse*, qui prit sa propre histoire pour sujet de thèse de doctorat (1816), assurait avoir été longtemps affecté d'affaiblissement de la mémoire.

Faim chronique. Famine. — Les accidents dont il vient d'être parlé n'affectent que des individus isolés ou de très petits groupes; les causes qui les provoquent échappent presque fatalement à l'action de l'hygiène et, dans tous les cas, sont difficilement accessibles dans le moment où ils se produisent. Pour venir en aide aux inanitiés du radeau de *la Méduse*, il n'y avait qu'à les recueillir sur un navire approvisionné; pour arrêter l'inanition chez les mineurs engloutis, il n'y a qu'à les retirer du sein de la terre. Seulement, l'application de ce précepte très simple est au pouvoir d'un hasard heureux ou nécessite des efforts surhumains. La famine, au contraire, atteint des populations, dépend de causes qu'il est possible de prévoir et de prévenir, comporte des remèdes rationnels et praticables.

La *faim chronique* est l'état des individus; la *famine* est ce même état, envisagé dans le groupe, embrassant à la fois la disette alimentaire et les troubles qui s'observent sur la collection des affamés. La faim prolongée, la privation incomplète mais habituelle, peut bien passer pour une maladie. Elle provoque, en tout cas immédiatement, un certain nombre d'affections banales, dispose les affamés à en contracter d'autres et, pour des raisons qui vont être expliquées, prépare merveilleusement, quand elle sévit sur des groupes, le terrain d'éclosion d'affections d'une nature spéciale dont le *typhus pétéchial* est le type.

La famine relève directement de la *disette* de substances alimentaires et se confond presque avec elle. La disette elle-même est causée par les *intempéries* atmosphériques, qui font manquer les récoltes; par les *mauvaises pratiques agricoles*, qui ne tirent pas de la terre tout ce qu'elle peut rendre ou donnent à une seule denrée une prédominance trop exclusive; par les *maladies parasitaires végétales* (ergot de seigle, maladies des pommes de terre), par les *épizooties;* par la *guerre*, soit qu'il s'agisse d'assiégés à bout de provisions, soit que l'on considère les habitants des campagnes, ravagées par le passage des armées; par l'*état social* des groupes ethniques, les *entraves apportées à la liberté commerciale*, les mesures administratives imprévoyantes.

La privation incomplète d'aliments agit dans le même sens que l'inanisation expérimentale; elle déprime toutes les fonctions et rend les individus désarmés contre les influences étiologiques banales. Il nous a paru, pendant la famine des Arabes (1867-1868), que l'influence du froid chez les faméliques se traduisait spécialement par des affections suppurantes (pneumonies, pleurésies, péricardites, méningite cérébro-spinale), sans réaction et sans plasticité. En outre, la famine occasionne des troubles digestifs plus sûrement que l'inanisation pure et simple, parce que les affamés recourent à toutes sortes de substances pouvant avoir l'apparence d'un aliment, dans l'espoir de calmer ou de tromper leurs tortures; c'est ainsi qu'ils dévorent de l'herbe, des racines, des immondices, des viandes putréfiées, des cadavres d'animaux et quelquefois pis encore, ne réussissant, naturellement, qu'à violenter leurs voies digestives et à ajouter les troubles gastro-intestinaux, d'irritation, aux souffrances de la faim.

La famine entraîne donc la souillure organique de l'air et multiplie les déjections humaines, d'autant plus dangereuses dès lors que l'inertie et le découragement des faméliques ne font plus rien pour les éloigner. Les cadavres d'animaux et d'hommes ne tardent pas eux-mêmes à se multiplier et à accumuler la putridité animale autour des abris des survivants; les épizooties accompagnent souvent la famine, en sont une conséquence et l'aggravent à leur tour.

D'autre part, il vient un moment où les groupes affamés abandonnent la lutte, sortent des foyers où ils ont longtemps souffert et respiré un air putride et se précipitent, affolés et menaçants, vers les points où ils supposent que l'abondance n'a pas cessé de régner, c'est-à-dire régulièrement vers les grandes villes. Il arrive alors que les administrations ou même la charité privée, en vue d'organiser les secours et de les rendre plus prompts et plus sûrs, réunissent dans des « maisons de refuge » ou des « camps d'asile » les malheureux immigrants à qui, d'ailleurs, il faut un abri aussi bien que du pain. C'est dans des circonstances de ce genre qu'éclate le *typhus exanthématique*, non seulement dans les groupes faméliques, mais encore et peut-être plus rigoureusement chez les individus normalement alimentés qui vivent à leur contact.

Les épidémies de typhus ont si régulièrement suivi les famines célèbres que l'on a fini par outrer le rapport étiologique et par prendre l'habitude de dire : « fièvre de famine » (de Mersseman), « *famine fever*, *Hungerpest*, *Hungertyphus*, *typhus famélique* ». Cependant, si rien ne conduit plus sûrement au typhus que la famine, il est certain qu'en aucun cas le premier ne sort de la seconde sans l'intermédiaire de l'étoffe putride que l'on vient de signaler. On voit, d'ailleurs, le typhus éclater parfois sans qu'il y ait eu famine, mais non sans qu'il y ait eu accumulation de détritus putrides, ainsi dans les vaisseaux, les bagnes, les prisons, les armées de Crimée (1854-1855). Nous sommes même disposé à assimiler complètement, sous ce rapport, au typhus pétéchial, le typhus à rechutes, fièvre récurrente, *relapsing fever*, que Murchison regardait comme, plus étroitement que le premier, lié à la famine (*relapsing or famine fever*). La grande raison apportée par l'illustre auteur anglais était que le *relapsing fever* ne sort pas des pauvres, c'est-à-dire des groupes affamés. Or, il reste là où il est né, tout simplement parce qu'il n'est pas contagieux.

La famine et l'association famélotyphique ont des fastes lugubres dont il est utile de rappeler les dates; elles éclairent l'étiologie. La famine fut l'état normal en Lorraine pendant la *période française* de la guerre de Trente ans (1630-1640); si l'on prend les historiens à la lettre, cette famine aurait été accompagnée de la peste (*peste suédoise*). Il est possible que cette peste n'ait été autre que le typhus.

La famine régna dans presque tout le nord-est de la France pendant la Fronde (1645-1655), avec des foyers de typhus plus ou moins actifs; les généraux du temps coupaient les blés en vert pour du fourrage à leur cavalerie. Une famine rigoureuse sévit sous l'administration de Colbert, en 1662. La disette et ses conséquences furent permanentes en France tant que fut en vigueur cet abominable contrat, relatif au commerce des grains, que le peuple a flétri du nom de « *pacte de famine* » (1729-1789). « Trois mots résument l'histoire de l'ancienne monarchie, dit Louandre : la guerre, la peste et la famine. » Quelques vieillards ont encore le souvenir de la « mauvaise année » (1817). En 1847, il s'en fallut de peu que notre pays ne connût les horreurs qui affligèrent des contrées très voisines.

C'est à cette date (1847-1848) que de Mersseman observa, dans les Flandres belges, sa fièvre de famine. A la même époque, famine et typhus régnaient en Irlande (Graves), foyer classique des exacerbations périodiques du double fléau, terre annexée à la Grande-Bretagne, affermée à ses habitants, pays de consommation de pommes de terre et d'alcool. Ils régnaient en Silésie (Virchow), l'Irlande du continent. En 1867 et 1868, ils éclatèrent tout à coup dans l'Algérie française, sur la population indigène, au grand effroi de la colonie européenne.

Fauvel a raconté devant l'Académie de médecine (1873), comment les Tartares vaincus, émigrant par centaines de mille vers Constantinople et les villes du littoral asiatique de la Turquie, exténués par la misère et la famine, entassés sous des abris insuffisants, engendrèrent le typhus pour leurs hôtes et pour eux-mêmes (1860 et 1863), au point que plus du tiers de 300,000 émigrants avait disparu au bout d'une année.

La mention des famines obsidionales et, généralement, du typhus encore, complète cette funèbre histoire (Naples, 1528; Warbourg, 1760; Mayence, 1793; Torgau, 1813 ; Metz et Paris, 1870). De nos jours encore, il est commun d'entendre parler de famines dans l'Inde, en Perse, toujours dans des populations dont l'état social et politique est tel qu'il ne soit pas impossible d'y voir l'origine première de la disette et des catastrophes qui en dérivent.

La prophylaxie de la famine est, d'une part, dans l'énergie et la prévoyance des peuples, d'autre part, dans la facilité matérielle et morale des relations internationales, l'extension des moyens de communication, la liberté des échanges, l'amoindrissement du despotisme sous quelque forme qu'il se présente. A vrai dire, tout ceci n'est autre chose que le progrès humain lui-même.

X. **Les boissons.**

Les boissons ont pour rôle capital la restitution d'eau à l'économie. Les unes ne remplissent que celui-là ; ce sont les boissons que l'on peut appeler *nécessaires*, *naturelles* et *communes ;* car l'homme en partage l'usage avec les animaux. Cette classe est représentée par toutes les eaux *non minérales*, dites aussi *potables*, bien qu'il y ait parfois des réserves à faire sur leur aptitude à être prises en boisson ; on pourrait dire simplement : elle est représentée par l'Eau. D'autres satisfont également à ce besoin de restitution, mais sont consommées dans un autre but encore, qui prime même le premier et qui consiste à chercher dans ces boissons une stimulation momentanée, un moyen d'attente vis-à-vis de l'alimentation régulière,

quelquefois avec un léger apport de substances positivement nutritives. De là, une deuxième classe de boissons, qui méritent le titre d'*artificielles, non nécessaires, propres* à l'homme. Elle comprend les *breuvages alimentaires*, café, thé, maté et analogues, et les *boissons alcooliques*.

Les développements donnés à la question de l'eau, au paragraphe des *principes alimentaires* et surtout au chapitre II qui lui est entièrement consacré, nous dispensent d'y revenir. Nous ne nous occuperons plus que de la deuxième classe de boissons, après quelques mots sur l'*habitude* et le *mode de boire*.

Le précepte de « boire quand on a soif » paraît aussi simple que rationnel. Cependant, il n'est pas rare que l'obéissance à ce précepte entraîne des excès, soit dans la quantité de l'eau ingérée, soit dans la fréquence de l'acte. Boire de l'eau fraîche est fort agréable pendant la saison chaude; aussi est-on porté à boire plus longuement et plus souvent qu'il n'est nécessaire. Les excès aqueux, imposés aux clients de la méthode de Priessnitz, prouvent que l'abus dans ce sens n'est pas absolument dangereux, quand l'eau est irréprochable. Cependant, il peut arriver un moment où la distension de l'estomac par l'eau a de réels inconvénients et provoque des troubles gastro-intestinaux. L'estomac devient inerte quand on en a dilué outre mesure les sucs actifs. Boire à longs traits, coup sur coup, pendant un travail énergique, une marche soutenue, entraîne un état de dépression souvent difficile à réparer. Quant à l'habitude de boire souvent, c'est surtout un esclavage que l'on se crée et qui devient singulièrement gênant dans de certaines occasions. Les soldats qui en sont affectés font le désespoir de leurs officiers dans les colonnes en marche et se jettent sur toutes les eaux que l'on rencontre pendant la route, au risque d'en ingérer de détestables. Fonssagrives conseille de résister à la soif, même ou plutôt surtout dans les marches ou le travail en pays chauds ; cette résistance est possible, dans des limites raisonnables, avec de la volonté. Quelques-uns y joignent le palliatif du brin d'herbe ou de bois, mâchonné pour exciter la salivation, des petits cailloux dans la bouche, et autres moyens de tromper la soif. L'eau pure et fraîche, absorbée modérément et après des lotions de cette même eau sur les mains et la face, est un moyen de perdre du calorique et, par conséquent, de prévenir l'insolation, quand celle-ci est à redouter.

La répétition de l'acte de boire, dans les pays chauds, entraîne à des déperditions sudorales excessives et débilitantes. Le procédé de *boire au chalumeau* prévient à la fois l'excès dans la quantité d'eau et la répercussion froide qui résulterait de l'arrivée d'un seul coup d'une masse d'eau dans l'estomac.

Selon des dispositions individuelles, qui peuvent bien ne pas être toujours maladives, on boit plus ou moins et plus ou moins souvent. D'après les expériences de Decroix sur les chevaux, l'exagération de la ration aqueuse pousserait à l'embonpoint, tandis que sa réduction ferait diminuer la graisse des chevaux obèses. Albert Robin, ayant constaté que « les liquides pris en abondance augmentent les oxydations sans augmenter parallèlement la désintégration organique », explique que l'eau doit être interdite aux individus chez qui l'assimilation l'emporte sur la désintégration et qu'elle peut, au contraire, faire maigrir ceux qui sont obèses par dénutrition imparfaite. A la vérité, Debove et Flamant affirment que « l'eau ne fait ni engraisser ni maigrir » et ne fait pas varier le chiffre de l'urée.

BOISSONS ALIMENTAIRES.

Ces boissons prennent une part sérieuse à la restitution d'eau ; quelques-unes ont en même temps, soit par elles-mêmes, soit en association, des vertus nutritives. Mais leur caractère essentiel est d'être agréables et stimulantes. En d'autres termes, ce sont des *condiments*.

Le café. — On appelle ainsi la semence du caféier (*Coffæa Arabica*) et, par extension, la boisson préparée par infusion ou par décoction de la poudre de cette graine préalablement torréfiée.

Le caféier, arbrisseau toujours vert, de 7 à 8 mètres de hauteur, paraît être originaire de la haute Éthiopie, d'où sa culture a passé successivement dans l'Yémen, dans les Indes orientales, les îles Asiatiques Océaniennes, l'Amérique, les Antilles. Le commerce en jette plus de 400 millions de kilogrammes par an dans la consommation, sous les noms de moka, bourbon, java, martinique. En fait, la plus grande partie vient du Brésil (Couty).

La graine de café brut a un peu la forme d'une fève, avec une face plane, rayée d'un sillon peu profond, et une face bombée. Elle varie de coloration, de volume et même de forme selon la provenance. Les grains de café *moka* sont petits, irréguliers, gris jaunâtre, mélangés de sable et de terre, parce qu'on ne les récolte que quand ils sont tombés spontanément à terre par la maturité complète. Le *bourbon* se rapproche du précédent. Le *martinique* a de gros grains verdâtres, bien renflés, allongés, portant encore des paillettes argentées qui sont les débris de la pellicule intérieure d'enveloppe. Les grains du *java* sont larges, un peu plats, jaune pâle. Les échantillons de ces deux espèces, dans le commerce, ont les graines sensiblement égales entre elles. Il ne faut pas suspecter, pour cela, le café dont l'échantillon renferme un certain nombre de grains petits, irréguliers, raccornis; cela prouverait plutôt que le commerçant livre sa récolte telle qu'il l'a obtenue. D'ailleurs, il arrive que le négoce de second ordre a l'ingéniosité de trier ces petits grains et, en y ajoutant des grumeaux terreux, de les vendre comme café moka, de même qu'il augmente sur place la proportion naturelle des fragments minéraux du moka véritable.

Il n'y a rien à dire des mélanges très souvent offerts par le commerce, à la condition que le marchand ne les vende pas comme espèces supérieures.

Le café, sans adultération voulue, est fréquemment altéré dans le transport par mer, en raison de l'humidité ou même de la pénétration de l'eau de mer dans les navires ; d'où les *cafés tachés*, la *petite avarie* et la *grande avarie*. En outre, le café a la propriété de prendre très aisément les odeurs du milieu ou du voisinage ; c'est ainsi qu'il se trouve mal de naviguer dans le même bâtiment avec du guano, des cuirs, des viandes salées. Sauf les faibles degrés d'avarie, qui néanmoins en compromettent l'arome, ces dépréciations du café se reconnaissent aisément par l'odorat et le goût, soit sur le café vert, soit plus sûrement, dans une infusion faite avec la graine à expertiser. La grande avarie donne à l'infusion un fumet et une saveur détestables.

La substance capitale du café est un alcaloïde, la *caféine* ($C^{16}H^{10}Az^{4}O^{4}$), qui se trouve aussi dans le thé; matière azotée non nutritive, mais douée de remarquables propriétés vis-à-vis du cœur et de la circulation. A la dose de 10 à 12 centigrammes, qui est celle qu'on trouve dans une tasse de café

préparée avec 16 grammes de poudre, la caféine n'est qu'un stimulant léger du fonctionnement cardiaque; 36 centigrammes, suivant Aubert, causent du vertige; 50 centigrammes accélèrent le pouls et provoquent du tremblement; les hautes doses (Frerichs et Lehmann) augmentent la rapidité et la force des battements du cœur. Selon Méplain et Marvaud, cette action d'accélération et d'augmentation de force serait due à la *caféone*, et l'effet réel de la caféine serait une dépression et un ralentissement analogues à ce que produit la digitale. Quand on prend du café chaud, obtenu d'une infusion de semences torréfiées au blond, les premiers effets perçus (stimulation) sont ceux de la caféone. Leblond résume comme il suit les effets de la caféine :

A dose physiologique, 1° elle est un excitant du système nerveux et musculaire; 2° elle diminue la fréquence du pouls en augmentant l'énergie des battements cardiaques et la pression sanguine; 3° elle abaisse la température périphérique. Elle produit la diurèse, sans augmentation de l'urée.

A dose toxique, elle est tétanisante et refroidissante.

Voici la composition approximative du café, d'après Payen :

Cellulose	34
Eau	12
Matières grasses	10 à 13
Glycose, dextrine, acides / Végétal indéterminé	15,5
Légumine	10
Matières azotées	3
Caféine libre	0,8
Chlorogénate de potasse et de caféine	3,5 à 5
Huile essentielle	0,001
Essence aromatique	0,002
Substances minérales	6,697
	100,000

La *caféone* est une huile éthérée qui se développe dans la torréfaction et donne à l'infusion son arome si particulier et si agréable, mais aussi son amertume.

Dans la *torréfaction*, le café perd 16 à 17 p. 100 d'eau et son poids diminue d'autant; mais son volume augmente, en revanche, de 30 p. 100. Une partie de la cellulose est carbonisée, du sucre est converti en caramel, des essences âcres se développent: une part de la matière azotée s'oxyde. Il faut pratiquer la torréfaction à l'air libre, pour permettre à toutes les vapeurs mal odorantes de s'échapper; tout au moins, ouvrir vers la fin de l'opération, si on l'a accomplie en vase clos. Elle ne doit pas être poussée au delà du brun roux, sous peine de carboniser entièrement la cellulose et de détruire l'arome.

La graine torréfiée est soumise à une *pulvérisation* grossière; la moudre très fin en atténue l'arome, tout en la disposant à un rendement plus considérable (Dietzsch).

Dans nos pays, l'on ne prépare le café que par *infusion;* les Turcs et les Arabes en font une *décoction* à petit feu. La poudre de café est placée sur un filtre, légèrement tassée, et reçoit l'eau bouillante par divers procédés de

cafetières, dont les meilleures sont celles qui maintiennent le mieux la température de l'eau et préviennent l'issue de la vapeur. Selon Payen, 1 litre d'eau bouillante dissout 25 grammes de substance sur 100 grammes de café torréfié *blond*. Ces 25 grammes contiennent 10 à 12 grammes de substance azotée. Avec le café torréfié *brun*, l'eau ne dissout que 19 grammes de substance. Aubert, au contraire, obtient plus d'extrait avec le café très torréfié. Hirt estime à 40 p. 100 les éléments du café torréfié qui passent dans l'infusion et, selon Aubert, la proportion de caféine, par rapport à celles des fèves, est d'au moins les 4 cinquièmes.

Dietzsch conseille aux ménagères d'ajouter une pointe de couteau par litre de bicarbonate de soude à l'eau dont elles veulent faire le café. Cette précaution assure un café plus fort, plus aromatique et même plus clair. Il paraît qu'à Vichy, Prague, Carlsbad, le café est excellent parce que l'eau y contient naturellement ce sel.

Payen a calculé que 1 litre de café au lait, composé de 500 grammes d'infusion de café, 500 grammes de lait et 75 grammes de sucre, renferme 49gr,53 de substance azotée (soit 7gr,5 d'azote) et 104,97 de substances grasses, sucrées ou salines. C'est, cependant, un aliment médiocre, d'autant plus que le café ni le lait qui le composent, chez les ouvriers où l'on en consomme beaucoup (dans le Nord, en particulier), ne sont de qualité supérieure. Mais, telle est la puissance d'une nourriture qui plaît, que le peuple la recherche, même si elle est insuffisante.

Nous avons dit (p. 954) que, d'après les expériences de Couty, Guimaraes et Niobey, le café augmente la consommation des aliments azotés, mais diminue celle des hydrocarbonés. Il conviendrait donc aux travailleurs disposant d'un régime riche en viande, ce qui est le cas le plus rare.

Il est probable que les 25 centigrammes d'azote contenus dans les 16 grammes de café, dont se compose la ration militaire, ne servent à rien, à ce titre, dans le régime de nos soldats. Le personnage riche qui, à la fin d'un dîner plantureux, avale une tasse d'excellent café, se donne plutôt un stimulant de la digestion qu'un supplément alimentaire. Mais le café réchauffe, fait toujours plaisir, donne de la gaieté et de l'entrain; la stimulation qu'il exerce n'est pas suivie de la détente pénible qui succède à celle de l'alcool. C'est pour cela qu'il est utile, sans doute, beaucoup plus que pour aucune des raisons imaginées par l'ingénieuse théorie des *anti-déperditeurs*. Dans les expéditions militaires et les voyages en pays palustre, où il faut faire bouillir l'eau destinée à la boisson, on ne peut trouver mieux, pour rendre à celles-ci les propriétés qu'elle a perdues, que de la verser bouillante sur de la poudre de café. Cette infusion désaltère à merveille, même prise brûlante. On peut, du reste, l'emporter et la boire froide pendant une route.

Abus du café. — Il est aisé de soupçonner, d'après les propriétés que nous avons reconnues à la caféine, que le café, à doses suffisamment élevées et répétées, peut n'être pas inoffensif, — quoi qu'en ait dit Voltaire. Il y a, d'ailleurs, en ceci, comme pour le tabac, des susceptibilités individuelles variables. Quoi qu'il en soit, Guelliot a décrit un *caféisme* chronique, carac-

térisé par l'inappétence, la gastralgie, le tremblement de la langue et des lèvres, l'insomnie habituelle, des névralgies diverses, la petitesse, la dépressibilité et la fréquence du pouls, la polyurie, l'anaphrodisie; chez les femmes, la leucorrhée. Ce noir tableau n'est pas d'une observation vulgaire; on doit noter aussi que le café est assez volontiers le compagnon de l'alcool ou de l'opium. Cependant, les traits n'en sont pas purement imaginaires, et il reste certain que l'on n'abuse pas du café impunément.

Le bon café ne vaut guère moins de 4 francs le kilogramme. Comme la consommation en est très répandue, il y a là de quoi tenter la cupidité des voleurs.

Falsifications du café. — Il est difficile de tromper dans la vente du café brut, autrement que sur la qualité. On vous vend vraiment du café; seulement, il est avarié et l'on a masqué l'avarie par quelque artifice. Les fraudeurs ne reculent pas devant la coloration des fèves gâtées avec des substances dangereuses, le mélange de *curcuma* avec le *bleu de Prusse*, le *chromate de plomb*, le *sulfate de cuivre.* Il suffit de faire digérer quelques heures les fèves suspectes dans de l'eau aiguisée d'acide azotique et d'essayer les réactions de ces divers minéraux.

Il est authentique que l'on a fabriqué de toutes pièces du café en grains, en apparence torréfié, au moyen de marcs de café, de pâte, d'argile même, versés dans des moules et ensuite passés au caramel. L'épreuve précédente fera fondre ces graines artificielles.

Quant au café torréfié et pulvérisé, celui que les petites bourses, les plus nombreuses, abordent habituellement, il se prête malheureusement aux attentats les plus audacieux et les plus variés : mélange de farines de blé, de légumineuses, de fécule de pommes de terre, de poudre de glands, de marcs de café déjà épuisés, de chicorée. Le microscope est préférable à l'analyse chimique pour découvrir ces sortes de fraudes. La figure 235 représente l'aspect du café torréfié et moulu, naturel; il sera facile de distinguer cet aspect de celui des grandes cellules végétales, qui caractérisent la poudre de chicorée (fig. 236), des grains d'amidon de légumineuses ou de farine de glands doux (fig. 237).

Les grains de fécules quelconques seront toujours aisés à reconnaître; nous en avons représenté divers types précédemment. Peut-être pourra-t-on distinguer aussi, à leur opacité, à leurs saillies anguleuses, les parcelles de sable, de brique, qui ont été parfois mélangées à du café.

Un très bon moyen, même avant l'examen microscopique, et indiqué par tous les auteurs, consiste à projeter, à la surface de l'eau contenue dans un verre ordinaire, une prise de la poudre suspecte. Si c'est du café pur, il surnage d'abord pendant assez longtemps, ne s'imbibe que lentement et, quand il va au fond, colore l'eau simplement en jaune vineux; toute autre substance, notamment la chicorée, va au fond rapidement et colore le liquide en brun.

L'eau tiède, versée sur du café pur, filtrée, puis traitée par la teinture d'iode, ne prend pas la couleur bleue; cela arrive avec les poudres qui contiennent des fécules.

Si l'on cherche à pétrir entre les doigts une pincée de poudre de café,

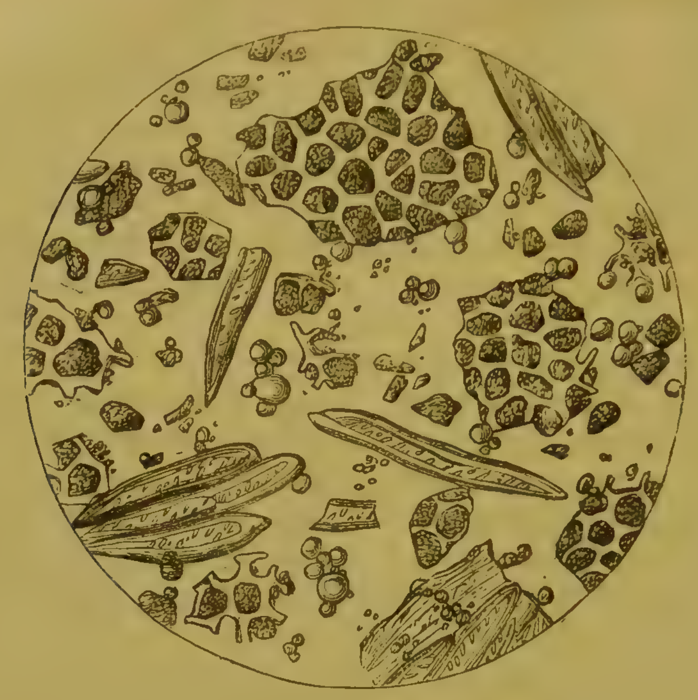


Fig. 235. — *Aspect du café torréfié et moulu, exempt de sophistication* (Hassall).

humectée d'eau, on ne parvient pas à en faire une pâte ; c'est, au contraire, un résultat facile à obtenir avec le mélange de fécules.

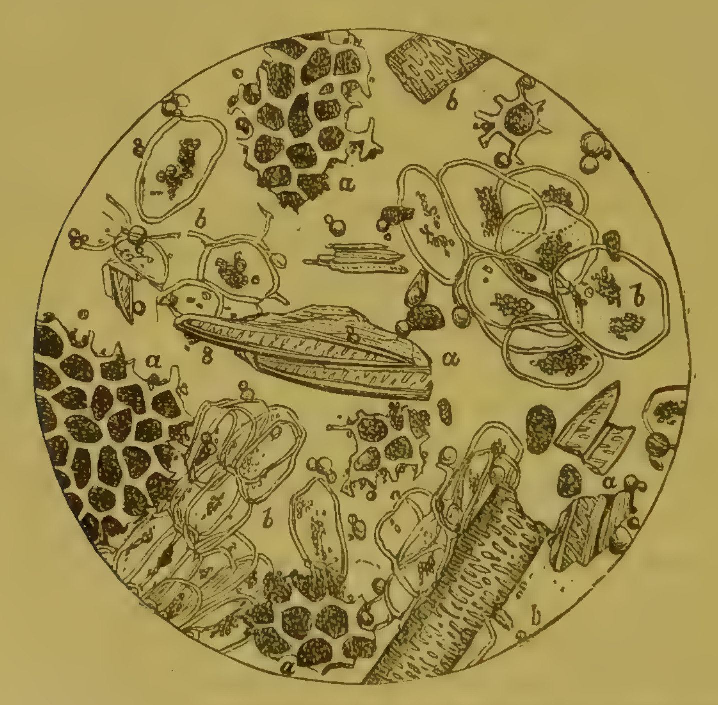


Fig. 236. — *Aspect du café torréfié et moulu, adultéré avec de la chicorée* (Hassall) (*).

Pour constater que la poudre vendue renferme une notable proportion de marc de café, ou même de chicorée, déjà épuisé, l'on conseille de re-

(*) *a*, *a*, café ; *b*, *b*, chicorée.

prendre cette poudre par l'eau bouillante, de filtrer, de concentrer et de dessécher l'extrait. Selon Payen, le café pur donne 37 p. 100 d'extrait sec, la chicorée pure 48 à 52. Ce procédé n'est pas très fidèle; Dietzsch, en épuisant de bon café java pur, n'a obtenu que 21 p. 100 d'extrait sec et

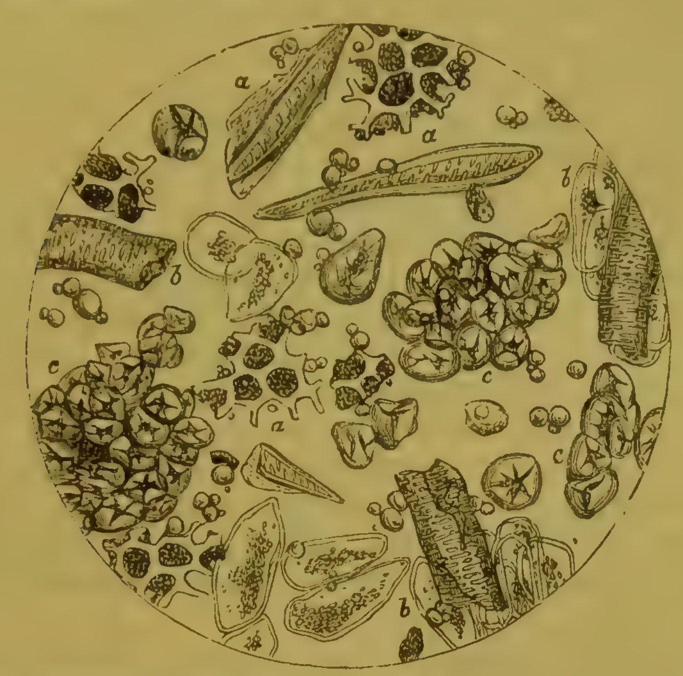


Fig. 237. — *Café torréfié et moulu, adultéré avec de la chicorée et de la farine de glands* (Hassall) (*).

79 de marc. Ce qui prouve que, selon la provenance, les cafés fournissent plus ou moins d'extrait et que l'on pourrait accuser de falsification une espèce d'ailleurs bonne qui en donnerait peu.

Succédanés du café. La chicorée. — Lorsque les succédanés, dans lesquels il n'y a pas un atome de café, n'usurpent pas le nom de la précieuse rubiacée, comme le font le *café de France*, le *café d'Afrique*, le *café indigène*, on peut reconnaître la bonne foi du vendeur; mais l'hygiène ne s'étonne pas moins du goût singulier qui pousse le public à faire une vogue à une substance telle que la chicorée, qui n'a aucune valeur alimentaire et dans laquelle on ne devine pas la propriété qui en ferait un condiment.

Cependant l'Allemagne et l'Autriche en consomment annuellement pour 25 à 30 millions de francs chacune et les habitants des Flandres ne prendraient pas de café, s'il ne renfermait une forte proportion de cet accessoire, qui gâte le principal.

La chicorée ne renferme ni caféine, ni huile éthérée, ni tannate de caféine. Elle ne contient même pas les albuminoïdes ni les hydrocarbonés qui se trouvent dans l'orge, l'avoine, les glands, la betterave, la carotte, dont on fabrique aussi des poudres, vendues uniformément sous le nom de *café-chicorée*. Clouet rapporte des empoisonnements dus à la substitution de la racine de jusquiame à celle de la chicorée.

(*) *a*, café ; *b*, chicorée ; *c*, farine de glands.

Ce que la racine de *Cichorium intybus* possède, c'est un suc laiteux, amer, qui, injecté dans le sang des animaux, produit le tremblement, le vertige. Il n'en reste rien dans la poudre de chicorée après la fabrication.

Thé. — Bien qu'il y ait deux grandes variétés commerciales de cette denrée, le *thé noir* et le *thé vert*, elle provient toujours d'un seul et même arbrisseau de la famille des Camelliacées, le *Thea Sinensis*, qui croît en Chine, dans l'Assam, à Ceylan et à Java. On obtient le thé noir en desséchant les feuilles à feu nu sur des plaques de tôle chauffées, et le thé vert en les mortifiant d'abord par le passage dans la vapeur, pour les dessécher ensuite à l'air. Des nuances dans l'époque de la récolte et dans le mode de préparation déterminent les sous-variétés : Péko, Souchong, Congo, etc. (thé noir); Heysan ou Hyswen, Impérial, Perle, Gunpowder ou poudre à canon, etc. (thé vert). On récolte, en effet, le thé en avril, en juin et en juillet; c'est le premier, Péko, qui est le plus délicat, le plus aromatique. Il paraît, d'ailleurs, que l'on parfume encore le thé en y ajoutant des feuilles d'autres arbustes, *Camellia sarangua, Olea fragrans.*

Il se fait un commerce de plus de 120 millions de kilogrammes de thé par an, non compris celui qui est consommé dans les régions asiatiques. La valeur considérable de cette denrée explique les fraudes auxquelles elle est en butte, qui commencent en Chine et se continuent en Europe, nommément à Londres.

Les éléments importants du thé sont : la *théine*, substance azotée identique à la caféine (Mulder); une huile volatile aromatique, dont une partie s'est déjà perdue dans la dessiccation, plus dans le thé noir que dans le thé vert; du tannin, de la gomme, des sels.

Composition du thé suivant Mulder.

	Thé vert.	Thé noir.
Huile essentielle	0,79	0,60
Chlorophylle	2,22	1,85
Cire	0,28	0,00
Résine	2,22	3,64
Gomme	8,56	7,28
Tannin	17,80	12,88
Théine (dosage faible)	0,43	0,46
Matières extractives	22,80	21,36
Substances colorantes	22,60	19,19
Albumine (caséine de Péligot?)	3,00	2,80
Cellulose	17,08	28,32
Matières minérales	5,56	5,24

Les proportions de théine (ou caféine) atteindraient 1 p. 100 dans le thé Congo, 2,7 p. 100 dans le thé Péko, 6 p. 100 dans le thé perle (Hirt). Les cendres sont des sels de soude et de potasse; le thé, desséché à 100°, doit en laisser 5 à 6 p. 100, 8 p. 100 au maximum. La proportion d'extrait est de 30 p. 100 dans le thé tel que le commerce le présente et 50 p. 100, lorsque le thé a été desséché à 100°.

Comme le café, le thé est peu nutritif; il est surtout de prime abord agréable et excitant. Mais, chez beaucoup de personnes, il ne tarde pas à provoquer des tiraillements gastriques, des bâillements, une irritabilité

insolite, un réel malaise. Marvaud attribue à l'huile essentielle du thé l'accélération et l'amplification du pouls qui suit de près l'ingestion de ce breuvage. Le thé, on le sait, se prépare aussi par infusion. C'est encore, naturellement, un *antidéperditeur*.

Il peut aussi, paraît-il, y avoir un *théisme* chronique, et l'on observerait cette forme morbide chez les dégustateurs de thé, à New-York.

Falsifications. — On n'est pas à l'abri des falsifications du thé, même en l'achetant en Chine et des Chinois, qui y mêlent déjà des feuilles étrangères. Le fameux « thé de la caravane » reçoit, en passant par la Russie, une addition de feuilles d'*Epilobium angustifolium;* en Angleterre, des feuilles de rosier sauvage, d'érable, de frêne, de fraisier, etc., grossissent les arrivages de thé. On le teint avec le bleu de Prusse, le bois de campêche, le graphite; on le glace avec du gypse, etc. Saunders, *Medical officer* de la cité de Londres, ayant appris que les greniers de la Douane contenaient de grandes quantités de thé malsain, alla y prendre cinq échantillons, représentant 1,700 caisses de thé, et les soumit à un examen approfondi. Il y trouva : 1° du thé dont les feuilles avaient déjà servi et avaient été soumises à une nouvelle dessiccation; 2° une poussière de thé, mêlé de sable et de matières colorantes; 3° un échantillon putréfié, corrigé par du quartz, des feuilles étrangères et des particules métalliques; 4° une substance d'aspect repoussant, qui renfermait des pierres de la grosseur d'un pois; 5° du thé retiré de la mer, puis desséché à nouveau, à la suite du naufrage, dix-huit mois auparavant, du navire *Gordon-Castle*, sur les côtes de Portugal.

Coca. Maté. — La *coca* est la feuille de l'*Erythroxylon Coca*, arbuste du Pérou et de la Bolivie. Elle était en grand honneur au temps des Incas et elle est aujourd'hui un aliment journalier parmi les ouvriers des Andes, qui travaillent aux mines. En Europe, elle est restée jusqu'à présent dans le domaine exclusif de la thérapeutique. L'agent spécial que les chimistes y ont découvert est la *cocaïne*, très voisine de la caféine.

Le mode d'usage, au Pérou, est la mastication. On chique la coca, comme l'on chique le tabac en d'autres lieux. La consommation est de 30 à 40 grammes par jour. On ajoute, pour l'usage, aux feuilles de coca une poudre formée de diverses feuilles et de terre ou de chaux, la *llipta;* les Indiens ne travaillent ni n'entreprennent une route sans être munis de coca. Le mouvement commercial est d'au moins 10 millions de kilogrammes de cette denrée.

Marvaud a reconnu à la coca des propriétés nutritives qu'il attribue à la cocaïne et à un principe aromatique.

Le *maté* est un arbrisseau (*Ilex paraguayensis*, famille des Ilicinées), dont les feuilles servent à faire une infusion, très en usage au Paraguay, dans l'Uruguay, au Brésil, au Chili. Les Espagnols en apprirent les propriétés des indigènes, à l'époque de la conquête; il n'est pas besoin de rappeler pour quelle raison le *thé du Paraguay* s'est aussi appelé le *thé des Jésuites*. Le gouvernement paraguayen s'est réservé le monopole de la vente de ces

feuilles dans le pays; il en est consommé annuellement quelque 20 millions de kilogrammes, à raison de 5 francs les 100 kilos dans les lieux où on le cueille (Couty).

Les feuilles sont torréfiées dès la récolte, puis réduites en poudre; l'infusion se fait comme celle du thé; on la sucre habituellement, mais quelques-uns s'en abstiennent.

Le maté renferme 1,35 p. 100 de caféine (Latour). Son infusion est donc très positivement excitante.

Cacao et **Chocolat**. — Le cacao est la graine du cacaotier (*Theobroma Cacao* L.), famille des Byttnériacées, arbre qui croît dans les forêts de l'Amérique méridionale et du Mexique.

Les fruits de cet arbre, assez semblables pour la forme à un concombre, renferment de 25 à 40 graines; on les récolte toute l'année, parce que l'arbre donne simultanément des fleurs et des fruits. Les graines sont mises en tas à l'air, ou même en terre, pour y subir un premier degré de fermentation, qui détruit le germe et leur enlève de leur âpreté naturelle. Ce sont les graines fermentées en terre qui la perdent le plus complètement. Remises à sécher au soleil, les graines sont ensuite expédiées en Europe (15 millions de kilogrammes par an), en Espagne et en France surtout, pour y être converties en *chocolat* par l'addition de sucre et quelquefois de vanille, de cannelle, ou autres substances aromatiques. Cette fabrication absorbe les neuf dixièmes de toute la production; mais l'on fait aussi, avec ces semences, le *cacao pur*, qui n'est autre que la poudre des graines tassées; le *beurre de cacao*, qui en est la graisse; le *cacao gris*, que l'on a, au contraire, débarrassé des matières grasses; enfin, une sorte de thé, qui ne contient que l'écorce des graines.

Le cacao présente la composition ci-dessous :

	Cacao Montaraz. (Boussingault).	Amandes de cacao mondées. (Payen).
Matière grasse (beurre de cacao)	44	48 à 50
Albumine et autre matière azotée	20	21 20
Théobromine	2	2
Gomme, acide et matière amère	6	»
Cellulose et ligneux	13	3 2
Amidon et traces de sucre	»	11 10
Matière colorante, essence aromatique	»	traces.
Substances minérales	4	3 à 4
Eau	11	10 12

Le *chocolat*, qui est du cacao plus du sucre, est donc un réel aliment, par ses larges proportions de graisse et de matière azotée; aussi est-il fort cher; le bon chocolat ne saurait coûter moins de 5 francs le kilogramme.

La *théobromine* est un alcaloïde, de constitution et de propriétés très analogues à celles de la caféine et de la théine.

Falsifications et altérations. — On ne falsifie pas les fèves de cacao; mais l'on peut en vendre, comme bonnes, de mal conservées, de moisies ou attaquées par les vers. L'œil et l'odorat suffisent à reconnaître ces altérations. Quant au chocolat, le danger est que celui qui est offert au consommateur renferme peu ou point de cacao, mais de la farine, des fécules, des poudres minérales, une graisse étrangère.

Le bon chocolat (en tablettes) a la cassure fine, d'un grain brillant, de couleur sombre; un parfum et un goût aromatiques ; il fond aisément dans la bouche. En le faisant fondre par la chaleur, puis l'abandonnant au refroidissement, on ne doit rien voir apparaître de gélatineux ni de gluant à sa surface. Cette dernière particularité est l'indice de l'addition de farine ou d'amidon; pour la mettre mieux en évidence, on fait bouillir avec 10 volumes d'eau le chocolat suspect, puis l'on filtre après refroidissement; la colle de pâte reste en grande partie sur le filtre, si cette fraude a été commise. En pareil cas, le microscope et la teinture d'iode (qui ne colore qu'en violet l'amidon normal du chocolat) peuvent donner de bons renseignements. D'ailleurs, on sait que le cacao ne renferme pas plus de 10 p. 100 d'amidon, s'il est pur.

Les graisses étrangères, dans le chocolat, ne tardent pas à rancir et à se trahir par l'odeur. On peut, en faisant bouillir un échantillon de chocolat dans l'eau, voir les *yeux* de la graisse surnager à la surface; on peut enfin extraire et doser cette graisse par l'éther.

L'ébullition détermine la précipitation des particules minérales, brique, terre ocreuse, sels métalliques.

Le dosage de la *théobromine*, qui doit être dans les proportions de 0,5 à 0,8 p. 100 dans le chocolat, est un renseignement précis, mais exige une opération longue et délicate. On peut toujours en faire l'analyse qualitative; on traite par l'eau acidulée d'acide sulfurique le cacao débarrassé de la graisse; on agite avec l'alcool amylique, on évapore à siccité. Le résidu desséché à 110° est encore une fois évaporé avec l'eau de chlore, puis additionné d'ammoniaque. Il apparaît une belle couleur *pourpre* (Dragendorff).

On ne considérera pas comme falsifications les associations faites dans un but spécial et avoué; le chocolat au salep ou à l'arrow-root, le chocolat ferrugineux, au quinquina, à la fleur d'oranger, à l'ambre!

Bibliographie. — Hilger (A.). *Verfälschung der Nahrungs-und Genussmittel* (Handb. der Hyg. und der Gewerbekrankheiten von Pettenkofer und Ziemssen, I, p. 240, 1882). — Couty, Guimaraes et Niobey. *De l'action du café sur la nutrition et sur la composition du sang* (Soc. Biologie, 27 octobre 1883). — Robin (A.). *De l'influence des boissons sur la nutrition et dans le traitement de l'obésité* (Gaz. hebdomad. de méd., p. 74, 1886). — Debove et Flamant. *Influence de la quantité d'eau ingérée sur la nutrition* (Gaz. hebdomad., p. 240 et 409, 1886). — Guelliot (O.). *Le caféisme* (Rev. gén. de Clinique et de Thérap., 15 décembre 1887).

BOISSONS ALCOOLIQUES.

Ces boissons concourent efficacement, dans bien des cas, à la restitution aqueuse chez l'homme. Mais, tout en y cherchant cet effet, le consommateur est essentiellement attiré par d'autres propriétés agréables ou excitantes, qui donnent à ces liquides le premier rang parmi les condiments.

Les substances, auxquelles les boissons alcooliques doivent ce caractère, sont des principes azotés, sucrés, des sels, des matières odorantes. Mais, tout d'abord et surtout, c'est l'*alcool*.

L'histoire de l'*Alcool* est relativement récente; on en attribue la découverte aux chercheurs de « quintessence » du moyen âge, Raymond Lulle,

ou Arnauld de Villeneuve (XIV[e] siècle); il fut quelque temps une drogue (*aqua vitæ*), qui n'était vendue que par les apothicaires. Mais les boissons fermentées sont d'un usage autrement antique; les plus vieilles histoires parlent du vin et de la bière. Moïse pense raconter l'invention de la culture de la vigne et de la fabrication du vin par Noé; Hérodote, Homère, Virgile, parlent du vin comme de la liqueur que boivent les rois, les soldats, les gens qui se réjouissent, et qu'on répand en l'honneur des Dieux. La bière, dit Lunier, était connue des Égyptiens; les Grecs la fabriquaient avec de l'orge (οἶνος κρίθινος); la cervoise des Gaulois (*cerevisia*, vin de Cérès) était de la bière. Les mêmes usaient très probablement du cidre (en vieux français : *sidre*).

D'ailleurs, la plupart des peuples se sont montrés étonamment avides de boissons fermentées. Les Arabes connaissaient l'alcool avant l'Europe; les Tartares font fermenter le lait de leurs juments; les Indiens, le riz; les Mexicains, le suc des aloès (*aguardiente, pulque*); on dit que les Esquimaux font une boisson alcoolique avec des champignons vénéneux.

Action physiologique de l'alcool. — Les effets les plus accentués des boissons alcooliques dépendent précisément de l'alcool qu'elles renferment; il en est d'autres, pourtant, et il est possible que l'on n'ait pas été rigoureusement en droit de conclure, des expériences faites sur les animaux *avec de l'alcool* simplement dilué à un dégré variable, à ce qui se passe chez l'homme *usant des boissons alcooliques.*

L'alcool est-il une substance alimentaire? Liebig, Bouchardat et Sandras ne doutaient pas qu'il ne fût un aliment respiratoire, comme la graisse; il est si aisément oxydable et un combustible si remarquable! En 1860, Lallemand, Perrin et Duroy vinrent renverser les anciennes idées et déclarer que l'alcool n'est point brûlé dans l'économie, mais s'y accumule ou la traverse en nature. Baudot et Anstie protestèrent en dénonçant le mode d'opérer des expérimentateurs et en s'appuyant sur le fait que l'alcool retrouvé en nature par eux est loin de représenter les proportions ingérées. Un peu plus tard, on usa (Gubler, Marvaud, Dujardin-Beaumetz, Binz), de l'ingénieuse théorie des *antidéperditeurs*, pure vue de l'esprit, et qui fut soutenue avec plus d'habileté que de logique. Il y aurait des agents capables de faire rendre à la machine humaine plus de travail en dépensant moins de combustible; l'alcool n'ajoute rien, au contraire, à la chaleur transformable en travail, mais ce serait un frein, un registre, comme on n'en a jamais vu, qui permettrait d'obtenir la même production de force tout en produisant moins de chaleur. Le tout, en surexcitant le système nerveux, c'est-à-dire en sollicitant plus énergiquement le jeu du mécanisme des organes, que met en mouvement la chaleur transformée en travail...

Il résulte des recherches de Parkes et Wollowicz que l'usage de l'alcool chez l'homme n'influence pas la consommation d'albumine. Fokker trouvait cette consommation diminuée par de petites doses; Munk, de même; mais les doses enivrantes l'augmentaient. Pour ce qui est de la graisse, Bauer et Bœck ont annoncé que de petites doses d'alcool diminuent l'excrétion d'acide carbonique; par conséquent, épargnent la graisse; mais que de hautes

doses l'augmentent. Pflüger l'explique en faisant remarquer que la température du corps s'abaisse sous l'influence de l'alcool et, par suite, fait appel à des oxydations plus énergiques. Forster et Wolffberg remarquent avec raison que l'alcool n'influence pas la consommation de graisse à la façon des substances véritablement alimentaires, qui ne diminuent point l'exhalation d'acide carbonique et n'épargnent la graisse qu'en étant consommées à sa place.

L'alcool surexcite le système nerveux et fait trouver à l'homme, dans ses dernières ressources, la matière d'un suprême effort ; c'est le « coup d'éperon » de Carpenter, qui peut faire bondir encore une fois le cheval épuisé, mais ne lui tient pas lieu de nourriture. Appel imprudent, d'ailleurs, aux réserves de l'économie, et qui finit par ne plus être entendu.

La *température* a paru à Perrin baisser sous l'influence de l'alcool. Parkes et Wollowicz ont constaté, comme effet immédiat, une légère élévation. G. Sée note l'accélération de la circulation et de la respiration, qui peut élever la température ; puis l'évaporation pulmonaire, qui peut l'abaisser. Pour Marvaud, la chaleur baisse parce que le système nerveux, surexcité, emploie en travail plus que la chaleur ordinairement disponible (l'alcool n'en fournit pas).

La production d'*acide carbonique* diminue, selon Perrin, même avec des doses modérées d'alcool. On ne trouve pas, d'ailleurs, dans les gaz expirés, de composés du carbone à un degré inférieur d'oxydation (acide acétique, aldéhyde, etc.).

L'*azote* dans l'urine et dans les selles diminue, d'après Marvaud; augmente plutôt, au dire de Parkes et Wollowicz. (Il s'agit de doses faibles.)

L'*appétit* est stimulé par de petites doses d'alcool, annulé par les grandes; c'est un irritant local et un agent de coagulation des matières albuminoïdes. Par la répétition, les petites doses elles-mêmes allanguissent les fonctions de l'estomac. Tout d'abord, la digestion ne paraît pas troublée; plus tard, l'estomac est comme anesthésié.

Les *mouvements du cœur* sont accélérés et renforcés ; la circulation périphérique est rendue large et facile. Cet état peut aller jusqu'à la congestion pulmonaire ou méningée, et même l'hémorrhagie (Kremiansky).

L'alcool s'emmagasine dans le sang, les viscères, le foie, le cerveau (Perrin), il en passe dans les urines, les selles.

Sur le système nerveux, l'alcool produit la stimulation d'abord, puis l'ataxie et enfin l'anesthésie.

A petites doses et momentanément, il rend le travail physique plus facile, plus énergique et aide même au travail intellectuel. A hautes doses, c'est l'ataxie et l'incohérence dans tous les cas.

Très recherché des habitants des pays froids, il est mieux supporté par eux que par les Méridionaux au point de vue des accidents nerveux; d'ailleurs, les premiers, gros mangeurs, compromettent moins l'intégrité de leur muqueuse gastrique, par ce fait que l'alcool y arrive avec des aliments et non isolé. Il ne les réchauffe pas, mais les insensibilise relativement vis-à-vis du froid. Cette insensibilité même, dans des cas donnés, est un péril sérieux.

Quant aux habitants des pays chauds, l'excitation nerveuse par l'alcool a chez eux des manifestations excessives, redoutables; indépendamment des aptitudes individuelles, on dirait que la chaleur du milieu accentue la toxicité de l'alcool, comme celle d'autres poisons. L'action de l'alcool sur l'estomac et les divers vis-

cères grandit dans la même proportion. Les peuples méridionaux, à la vérité, sont généralement sobres; les Anglais, les Allemands, les Français du Nord, transportés en Algérie, aux Antilles, dans l'Inde, ont le tort de ne pas adopter immédiatement cette réserve des indigènes vis-à-vis des liqueurs alcooliques.

En raison de l'action irritante de l'alcool sur la muqueuse digestive, il ne saurait être indifférent de prendre des liqueurs alcooliques *à jeun* ou, au contraire, lorsque l'estomac est déjà lesté d'un repas qui amortit en quelque sorte le choc de l'agent irritant. Le petit verre *du matin*, habitude française, est particulièrement fâcheux à ce point de vue.

L'*abus* de l'alcool se traduit par des accidents pathologiques, dépendant : soit de l'excès actuel, l'*ivresse* ; soit des excès habituels, l'*ivrognerie*, et prolongés : l'*alcoolisme*, dont les manifestations peuvent aussi être aiguës ou chroniques. Nous verrons qu'elles sont susceptibles de revêtir des caractères un peu spéciaux selon la provenance des alcools et parfois selon la nature des substances que l'industrie humaine leur associe. Toutes correspondent anatomiquement à la dégénérescence des tissus : l'alcool est le génie de la dégénérescence » (Dickinson).

Les accidents aigus produits par l'alcool sont ceux d'un véritable empoisonnement, qui arrive plus ou moins vite selon la nature chimique des divers alcools. Car, nous avons raisonné jusqu'ici comme s'il s'agissait d'un corps toujours identique à lui-même; mais telle n'est point la réalité. Même à ne considérer que les liquides alcooliques, il faut savoir que ces boissons renferment « des alcools » et non pas simplement « l'alcool ». Il convient même, pour être dans la vérité des choses, d'y joindre les *aldéhydes* et les *éthers*, que certains alcools fournissent spontanément, et l'*acétone*, que l'alcool méthylique (esprit-de-bois) retient presque toujours.

La chimie moderne a fait deux groupes d'alcools, savoir : 1° les *alcools monoatomiques;* 2° les *alcools polyatomiques.* Dans le premier groupe, se présentent trois subdivisions : Alcools monoatomiques de fermentation; Al. monoatom., obtenus par distillation ou par voie de synthèse; Al. monoatom., produits par voie de synthèse : *iso-alcools.* Voici les types les plus intéressants.

Alcools monoatomiques.

A. par fermentation.....	Alcool	éthylique ou hydrate d'éthyle.....	C^2H^6O.
	—	propylique ou hydrate de propyle.	C^3H^8O.
	—	butylique ou hydrate de butyle..	$C^4H^{10}O$.
	—	amylique ou hydrate d'amyle....	$C^5H^{12}O$.
B. non fermentés........	—	méthylique......................	CH^4O.
	—	œnanthylique..................	$C^7H^{16}O$.
	—	caprylique......................	$C^8H^{18}O$.
	—	cétylique........................	$C^{16}H^{34}O$.
C. Iso-alcool............	—	isopropylique..................	C^3H^8O.

Alcools polyatomiques.

Alcool triatomique.......	Glycérine................................	$C^3H^8O^3$.

Valeur hygiénique de l'alcool. — Il est assez clair, pour la simple observation, que l'alcool n'a pas de valeur alimentaire. Des familles humaines nombreuses, les Mahométans, s'en passent (ou à peu près) et ne sont pas

pour cela incapables d'un travail énergique ; il y a, parmi les « *teetotalers* », tout autant d'hommes intelligents et actifs que parmi les consommateurs de boissons alcooliques, toute proportion gardée. Les enfants et beaucoup de femmes n'usent pas de ces boissons; elles sont même funestes aux premiers et la royale coutume de faire avaler du vin, à leur naissance, aux fils des Bourbons, n'était qu'une des nombreuses sottises de l'étiquette des cours. Les animaux ne boivent pas de liqueurs alcooliques; ils en ont une profonde horreur; cependant, ils se portent aussi bien que l'espèce humaine et beaucoup d'entre eux, autour de nous, fournissent une grande somme de travail.

En revanche, l'abus de l'alcool entraîne des catastrophes positives. Il est une cause de dégénérescences mortelles (maladies nerveuses, maladie de Bright, cirrhose, etc.), en tout pays; il abrutit les Irlandais et les Polonais, et tue les colons européens des pays chauds. Il passait autrefois pour un engin de guerre; il faudra, au moins, pour cet usage, ne l'admettre que sous la forme diluée, vin, bière, qui en rend l'abus difficile. Les médecins anglais, après une longue expérience des campagnes en Égypte, dans l'Inde, en Afrique, en sont venus à condamner à peu près le rhum pour les expéditions en pays chauds. Sir Garnet Wolseley, dans son expédition contre les Ashantis, s'est bien trouvé de tous points d'avoir remplacé le rhum par le thé chez ses soldats; la vigueur, la discipline, la gaieté, se montrèrent chez eux à un degré que ne connaissent pas les armées qui boivent des liqueurs spiritueuses (Parkes).

Quoi qu'on en ait dit, l'inutilité et les dangers des liqueurs alcooliques ont été reconnus dans les régions froides aussi bien que dans les pays chauds. Les voyageurs des mers arctiques, sir John Richardson, Goodsir, le capitaine Kennedy, King, Rae, Kane, Hayes, ont fini par ne plus en distribuer aux équipages que de petites doses, dans les moments d'urgence, s'étant aperçus que la stimulation momentanée par l'alcool est suivie d'une dépression qui la compense et au delà. Les ascensionnistes et les guides des Alpes s'abstiennent d'alcool, bien que les fatigues exceptionnelles de l'acte de gravir et le froid des hautes altitudes semblent l'autoriser, sinon le réclamer. Les baigneurs de Dieppe, obligés de passer des heures dans l'eau, ont soin de ne boire qu'un peu de vin léger. Carpenter tient du Dr Knüll que l'armée russe, en marche par le froid, n'use pas de boissons alcooliques (Parkes).

Le fait que l'habitude des boissons alcooliques est extrêmement répandue ne prouve pas plus que l'habitude, très répandue aussi, du tabac, qui ne sert à rien, au point de vue des recettes de l'économie.

Pourtant, l'usage de l'alcool et surtout celui de certaines boissons alcooliques, à doses modérées, relève incontestablement le ressort des travailleurs de l'agriculture ou des ateliers et même des ouvriers de la pensée. Ces boissons font plaisir; elles donnent de la saveur au repas le plus grossier et, sans elles, les mets les plus succulents et les plus abondants perdent une grande partie de leurs attraits. Faut-il que notre espèce renonce à ce merveilleux auxiliaire parce qu'au delà de certaines limites cet agent se-

courable peut blesser et même écraser celui qui s'en est servi d'une façon imprudente? Quelques-uns l'ont pensé et c'est sur cette idée que reposent les sociétés de tempérance. Nous croyons, néanmoins, que cette conclusion est outrée et que, dans notre civilisation où tant de choses sont artificielles, le stimulant tout à fait artificiel des boissons alcooliques ne saurait être condamné ni abandonné. Il convient, au surplus, que l'hygiène ne donne pas des conseils qui n'ont pas chance d'être écoutés; les peuples d'Europe et d'Amérique consomment de l'alcool et en consommeront, quand même on en prêcherait l'abstinence. Mieux vaut, sans doute, 1° indiquer les limites d'usage qu'il ne faut pas dépasser; 2° signaler les formes les plus inoffensives et les plus avantageuses sous lesquelles l'alcool se présente; 3° dénoncer les formes nuisibles et les altérations frauduleuses.

Ces deux derniers points seront l'objet de l'étude qui va suivre. Quant au premier, il est, en vérité, fort difficile à fixer, car les dispositions individuelles vis-à-vis de l'alcool sont singulièrement variées. On peut trancher la question pour les enfants jusqu'à l'âge de cinq ou six ans; la consommation d'alcool chez eux peut être nulle et le mieux est qu'elle le soit. De cinq à quinze ans, ils peuvent recevoir une boisson alcoolique étendue, de « l'eau rougie », suffisamment pour aromatiser leur repas, sans que le système nerveux s'en aperçoive. Les femmes élevées délicatement, occupées à des travaux sédentaires, dépensant peu d'activité physique, sont assimilables aux enfants, sous le rapport de la consommation d'alcool. Chez un adulte robuste, Parkes et Wollowicz estiment que la limite à laquelle doit s'arrêter la consommation journalière d'alcool, pour qu'il n'y ait pas de trouble appréciable, est entre $28^{cc},4$ et $56^{cc},8$; Anstie avait fixé cette limite à $42^{cc},6$: c'est le point au delà duquel l'alcool commence à passer dans l'urine. Or, cette quantité se trouve dans un demi-litre de vin moyen. On peut l'accepter, en général, sauf à la modifier, plutôt par diminution que par augmentation, selon les susceptibilités individuelles, car il en est de malheureuses. Sur cette limite moyenne, on règlera celle qui convient pour les complexions plus ou moins robustes, les âges, les sexes.

Il importe dès maintenant d'avertir que ces règles supportent des exceptions, même à ne considérer que la nature de chaque boisson spiritueuse. L'alcool n'est pas une substance constamment identique à elle-même et il y a, non pas de l'alcool, mais *des alcools*. Nous verrons, à la suite des paragraphes : *Esprits et Eaux-de-vie*, quelles distinctions graves il convient de faire sur cette base.

1° **Le vin.** — Par l'écrasement et le foulage du raisin, fruit de la vigne (*Vitis vinifera*, Ampélidées), on obtient un suc riche en sucre, dextrine, albumine, acides et sels organiques, qui s'appelle le *moût*. Celui-ci, par la fermentation spontanée, donne une liqueur qui renferme essentiellement les mêmes principes avec une certaine proportion d'alcool en plus. C'est le vin. (Il s'agit, évidemment, de raisins *mûrs*, et non des raisins *secs*, dont on fait de la piquette.)

Le raisin ne renferme pas qu'un seul et même sucre, mais trois formes dis-

tinctes : le sucre de raisin ou *dextrose*, le sucre de fruits ou *levulose*, et l'*inosite*. La dextrose fermente la première, la seconde résiste plus longtemps à la fermentation ; l'inosite n'y cède jamais, aussi se retrouve-t-elle dans le vin. En tout, il y a dans le moût de 12 à 30 p. 100 de sucre. Il peut en rester dans le vin de 2 à 8 p. 100.

Culture de la vigne en France. — La France cultive la vigne depuis de longs siècles. Au début de l'ère chrétienne, cette culture ne dépassait pas les Cévennes, mais au troisième siècle, lorsque Dioclétien donna l'ordre d'arracher les vignes, il y en avait dans la plupart de ceux de nos départements qui les cultivent encore aujourd'hui, contrairement à l'opinion de Fuster qui croyait que la culture de la vigne a rétrogradé en latitude dans notre pays, à partir du dix-septième siècle.

Vauban exagérait considérablement en estimant à 3,402,000 hectares l'étendue plantée de vigne en son temps ; en 1873, nous en avions exactement 2,398,323 hectares. La vigne a périclité en 1849, à l'invasion de l'*oïdium;* elle n'a pas tardé à se relever à l'aide du *soufrage* (1860). Mais voilà que dix ans plus tard le *phylloxera* détruisait, dans notre Midi, 500,000 hectares de vignes. Cette fois encore, les savants et les viticulteurs soutinrent la lutte, à l'aide du sulfure de carbone, de la submersion, de la culture des cépages américains. Un nouveau mal était-il contenu dans ce dernier remède? Le fait est qu'un fléau, dont le nom trahit l'origine, le *Mildew* (nielle, *Peronospora viticola*), connu depuis longtemps en Amérique, est venu fondre sur les vignes européennes depuis 1878. On lui oppose le sulfate de cuivre mélangé à la chaux (procédé Millardet et Gayon), qui paraît être efficace contre le parasite, sans communiquer au vin de fâcheuses propriétés.

Quoi qu'il en soit, la France n'a pas, aujourd'hui, plus de 2 millions d'hectares de vignes, toutes situées à droite et au-dessous d'une ligne qui serait tirée de Nantes à Mézières. La production annuelle est tombée, de 60 millions d'hectolitres en 1864-1873, à 24,333,000 hectolitres en 1887 ; et l'importation de vins étrangers a augmenté d'un million d'hectolitres. Heureusement, il y a 80,000 hectares de vignes en Algérie qui ont donné 2 millions d'hectolitres en 1887.

Les *cépages* le plus généralement cultivés en France sont : les *pineaux* blancs, noirs ou gris, les *meuniers*, les *gamays*, le *Cot* (Cher), le *Syrrha* (Ermitage), l'*Aramon*, les *térets* (Hérault), le *Malbec*, le *Cabernet* blanc, le *petit-verdot* (Gironde).

Les vins blancs sont fournis par des raisins blancs; les vins rouges, par les raisins noirs. Cette coloration est due à une substance fournie par la pulpe, insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool. En broyant les raisins aussitôt après la cueillette et soutirant immédiatement le jus, on obtient des vins à peine colorés, gris ou pelure d'oignon, par ce fait que, la fermentation n'étant pas encore commencée, il n'a pu se dissoudre de matière colorante dans la liqueur.

Constitution du vin. — *L'eau* est l'élément le plus abondant du vin ; on peut admettre comme limites extrêmes de ses proportions les chiffres 80, dans les vins forts, et 92 p. 100 dans les vins faibles. L'*alcool*, qui est le principe essentiel, vient après ; 8 à 24 p. 100. On peut appeler *indifférentes* une troisième classe de substances : glycérine, albumine, mucilage, gomme, inosite ; faire une quatrième, du *tannin* et des *matières colorantes;* une cinquième des *éthers*, en très petite quantité, qui donnent aux vins leur parfum ou bouquet; dans une sixième classe seront les *acides*, l'acide *tartrique* principalement, puis les acides malique, racémique, sulfurique,

phosphorique, chlorhydrique, le plus souvent unis à la potasse, les acides carbonique, acétique, succinique; et les *matières minérales :* potasse, soude, chaux, magnésie, alumine, fer; enfin, il peut rester du sucre de raisin non transformé par la fermentation.

Composition moyenne du vin rouge (A. Gautier).

Eau	869,00
Alcool	100,00
Alcools divers, éthers et parfums	traces.
Glycérine	6,50
Acide succinique	1,50
Matières albuminoïdes, grasses, sucrées, gommeuses et colorantes	16,00
Tartrate de potasse	4,00
Acides acétique, propionique, citrique, malique, carbonique	1,50
Chlorures, bromures, iodures, fluorures, phosphates de potasse, de soude, de chaux, de magnésie, oxyde de fer, alumine, ammoniaque	1,50
Total	1000,00

Sur la considération de la prédominance de quelqu'un des éléments du vin ou de l'équilibre entre tous ses principes, Bouchardat a établi la classification suivante :

Ire Classe. — Vins avec prédominance d'un principe.

A. Alcooliques	*Vins secs*	Madère, Marsala.
	Vins sucrés	Malaga, Lunel, Banyuls.
	Vins de paille.	Arbois, Ermitage blanc.
B. Astringents	*Avec bouquet.*	Ermitage rouge.
	Sans bouquet.	Cahors.
C. Acides	*Avec bouquet.*	Vin du Rhin.
	Sans bouquet.	Vins de Gouais, d'Argenteuil.
D. Mousseux	Champagne, Saint-Péray.	

IIe Classe. — Vins mixtes ou complets.

A. *Avec bouquet*	Bourgogne	Clos-Vougeot, Mont-Rachet.
	Médoc	Château-Laroze, Sauterne.
	Midi	Langlade. Saint-Georges.
B. *Sans bouquet*	Bourgogne et Bordeaux ordinaires.	

Expertise du vin. — *a. Examen physique.* — Il ne faut jamais manquer de soumettre d'abord le vin à l'appréciation des sens. C'est une des substances qui s'y prêtent le mieux. Le vin naturel, ou tout au moins de bonne qualité, rouge ou blanc, est d'une teinte franche, limpide et transparent; il a un parfum agréable et plutôt éthéré que spiritueux; il ne faut pas qu'en frottant entre la paume des deux mains une petite quantité de vin et les portant rapidement sous les narines, on puisse percevoir le parfum de l'alcool. Les vins louables, fussent-ils ordinaires, sont « droits en goût », ne faisant sur le palais aucune impression désagréable d'acidité, d'amertume, ne rappelant aucune saveur étrangère. Il y a des *dégustateurs* de profession, qui jugent, par la simple expertise des sens, de l'intégrité, de l'âge et même de la provenance du vin; ils *regardent* le vin et le *flairent*, en le versant dans une petite coupe ou coquille d'argent, à fond plat, où sa fluidité, sa transparence, sa couleur, ressortent à merveille; ils le

goûtent en en humant une petite gorgée qu'ils éparpillent et projettent sur le palais et l'arrière-bouche, au moyen d'un mouvement d'aspiration de la bouche, sans l'avaler d'ailleurs. Cet art a bien baissé depuis que le système des coupages à fait perdre à la plupart des vins leur originalité.

b. Pesanteur spécifique. — La densité des vins ordinaires est entre 0,992 et 0,998 ; celle des vins « travaillés » se rapproche de celle de l'eau = 1,000 ; les vins sucrés la dépassent. Mais cette détermination n'a d'importance que pour constater l'identité de deux vins. On doit se servir, dans ce cas, non des aréomètres ordinaires, mais d'un instrument plus sensible, le *pycnomètre* (fig. 239), qui révèle de très petites différences.

c. Détermination de l'alcool. — En raison des proportions très variables de substances diverses que peuvent renfermer les vins, les aréomètres ordinaires, employés au dosage de l'alcool du vin, seraient exposés à fournir les renseignements les plus erronés. On a cherché des instruments spéciaux. Mentionnons : les *ébullioscopes* (Conaty, Malligand, à cadran de l'abbé Brossard-Vidal), fondés sur ce principe que l'eau bout à 100° et l'alcool à 78° ; l'*alcoomètre Perrier*, qui est un ébullioscope dans lequel le point d'ébullition est donné par un manomètre ; le *dilatomètre* de Silbermann (l'alcool entre 0° et 78° est trois fois plus dilatable que l'eau) ; le *capillarimètre* Musculus, l'*alcoomètre-œnomètre* de Berquier et Limousin (1868) ; le *compte-gouttes* Duclaux, dont le fonctionnement repose sur ce

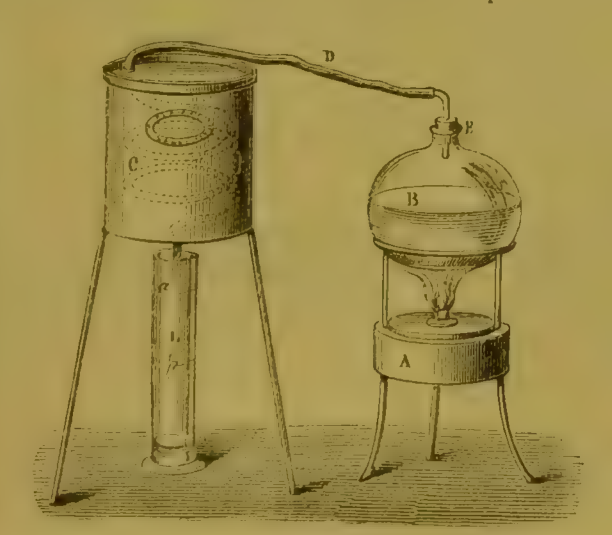


Fig. 238. — *Appareil distillatoire de Salleron.*

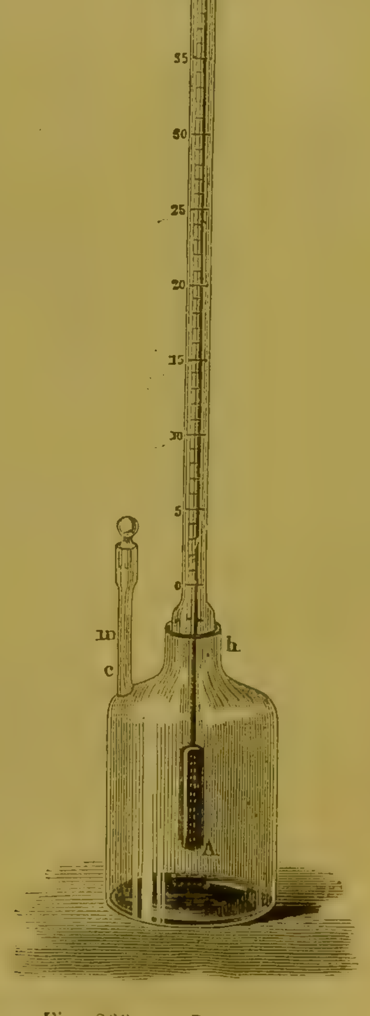


Fig. 239. — *Pycnomètre.*

fait que, par un orifice étroit, les gouttes d'un liquide tombent d'autant plus vite que ce liquide est moins dense (l'alcool fournissant plus de gouttes que l'eau dans le même temps).

L'appareil distillatoire de Salleron, qui mérite confiance, se compose (fig. 238) :

1° d'une éprouvette cylindrique A, dans laquelle on verse du vin jusqu'au trait marqué *a*, pour en avoir une mesure exacte ; 2° d'un petit appareil distillatoire, dans le ballon B duquel on introduit tout le vin mesuré avec l'éprouvette. On opère la distillation en recevant le liquide qui passe dans la même éprouvette jusqu'à ce que son niveau atteigne le trait marqué 1/2. On arrête la distillation, on ajoute de l'eau distillée de façon à regagner le trait *a*. On a tout l'alcool qui était dans le vin, associé uniquement à un volume d'eau égal à celui du vin; il est possible alors de prendre la densité du mélange avec les aréomètres faits pour cet usage et leurs indications seront exactes. Il faut, au moyen des tables, ramener le volume à ce qu'il serait à la température de 15°.

Il est difficile, quand on se sert d'un aréomètre unique, de lire les divisions, qui sont naturellement très serrées, et d'apprécier des fractions de centièmes. Dietzsch a trois aéromètres gradués, l'un de 5 à 10 p. 100, le second de 10 à 15, le 3e de 15 à 20. Les divisions étant plus larges, il est facile de les lire et de distinguer 1/2, 1/4 p. 100. Il va sans dire que le produit de la distillation ne doit avoir que le parfum d'esprit-de-vin. En France, on a encore coutume d'observer si la partie du vin qui n'a pas distillé se trouble ou précipite.

Le pycnomètre (fig. 239) est constitué par un flacon A, fermant à l'aide d'un bouchon de verre *h*, qui n'est autre qu'un thermomètre et qui occupe toujours le même espace dans le flacon, quand celui-ci est fermé. A la partie supérieure et latérale du flacon, est adapté un tube capillaire *c*, obturé aussi par un bouchon de verre et marqué d'un trait *m*.

Pour s'en servir, on remplit d'eau le flacon ; on place le bouchon *h*, pendant que le tube capillaire est ouvert ; de l'eau s'écoule par celui-ci. On l'absterge soigneusement avec du papier à filtre, jusqu'à ce que le niveau de l'eau dans le tube capillaire ne dépasse plus la marque *m*. A ce moment, on bouche aussi le tube et l'on pèse tout l'instrument bien desséché, en notant la température.

On le remplit ensuite du liquide dont on cherche la densité (et qui peut être de la bière, du lait, aussi bien que du vin), en procédant de la même façon que pour l'eau distillée, et l'on fait une seconde pesée à la même température que la première. Il suffit alors de diviser le chiffre obtenu en dernier lieu par celui qui représente le poids de l'eau : le quotient est la densité cherchée. Dans le cas où l'on n'aurait pas opéré à la même température, il existe des tables où les corrections nécessaires sont toutes faites.

L'alcool du vin est essentiellement l'alcool éthylique. Cependant, on y rencontre régulièrement aussi les alcools méthylique, propylique, butylique, amylique, caproïque, œnanthilique, etc.

Table indiquant la correspondance de la pesanteur spécifique, du volume et du poids pour 100 *d'alcool, dans les liqueurs d'un degré alcoolique faible, en vue du dosage de l'alcool du vin et de la bière au moyen de la distillation* (calculée pour la température de 15°, d'après Brix).

DENSITÉ.	VOLUME pour 100.	POIDS pour 100.	DENSITÉ.	VOLUME pour 100.	POIDS pour 100.	DENSITÉ.	VOLUME pour 100.	POIDS pour 100.	DENSITÉ.	VOLUME pour 100.	POIDS pour 100.
0,99850	1,0	0,80	0,99504	3,4	2.72	0,99176	5,8	4,64	0,98780	9.0	7,24
0,99835	1,1	0,88	0,99490	3,5	2.80	0,99163	5,9	4.72	0,98720	9,5	7,64
0,99820	1,2	0,96	0,99476	3,6	2,88	0,99150	6.0	4,81	0,98660	10,0	8.05
0,99805	1,3	1,04	0,99462	3,7	2,96	0,99137	6,1	4,89	0,98600	10,5	8,46
0,99790	1,4	1.12	0,99448	3,8	3,04	0,99124	6,2	4,97	0,98540	11,0	8,87
0,99775	1,5	1.20	0,99434	3,9	3.12	0,99111	6,3	5,05	0,98490	11,5	9.28
0,99760	1,6	1,28	0.99420	4,0	3.20	0,99098	6,4	5,13	0,98430	12.0	9,69
0.99745	1,7	1,36	0.99406	4,1	3,28	0,99085	6.5	5,21	0,98380	12,5	10,10
0.99730	1,8	1.44	0,99392	4,2	3,36	0,99072	6,6	5,30	0,98320	13.0	10,51
0,99715	1,9	1.52	0,99378	4.3	3,44	0,99059	6,7	5.38	0,98270	13.5	10,92
0.99700	2,0	1,60	0,99364	4,4	3,52	0,99046	6,8	5,46	0,98210	14,0	11,33
0,99686	2,1	1,68	0,99350	4,5	3,60	0,99033	6,9	5,54	0,98160	14,5	11,74
0.99672	2,2	1,76	0,99336	4,6	3.68	0,99020	7,0	5,62	0.98110	15,0	12,15
0,99658	2,3	1,84	0,99322	4,7	3,76	0,99008	7,1	5,70	0,98060	15,5	12,56
0,99644	2,4	1,92	0,99308	4,8	3,84	0,98996	7,2	5,78	0,98000	16.0	13,00
0.99630	2,5	2,00	0.99294	4,9	3.92	0,98984	7,3	5,86	0,97950	16,5	13,40
0,99616	2,6	2,08	0,99280	5,0	4,00	0,98972	7,4	5,94	0,97900	17,0	13,80
0.99602	2,7	2,16	0.99267	5,1	4,08	0,98960	7,5	6,02	0,97850	17,5	14,22
0,99588	2,8	2,24	0,99254	5,2	4,16	0,98949	7,6	6,11	0,97800	18,0	14,63
0.99574	2,9	2.32	0,99241	5.3	4.24	0,98936	7,7	6,19	0.97750	18.5	15,04
0,99560	3,0	2.40	0,99228	5,4	4,32	0,98924	7,8	6.27	0,97700	19.0	15,46
0,99546	3,1	2,48	0,99215	5,5	4,40	0,98912	7,9	6,35	0,97650	19.5	15,87
0,99532	3,2	2.56	0,99202	5,6	4,48	0,98900	8,0	6,43	0,97600	20,0	16,28
0,99518	3,3	2,64	0,99189	5,7	4,56	0,98840	8,5	6,83			

La richesse alcoolique des vins varie dans les limites du tableau ci-après :

Vins.	Alcool p. 100 volumes.	
Porto	16,62 à	23,2
Sherry	16,0	25,0
Madère	16,7	22
Marsala	15	25
Bordeaux rouges (moyenne de 90 analyses : Château-Lafitte, Margaux, Laroze, Barsac, Saint-Émilion, Saint-Estèphe, etc.)	6,85	13
Bordeaux blancs (moyenne de 27 analyses : Sauterne, Barsac, Bergerac, etc.)	11	18,7
Vins du Rhône rouges (Ermitage, Montpellier, Frontignan)	8,7	13,7

Vins.	Alcool p. 100 volumes.	
Roussillon	11	à 16
Bourgogne rouge (Beaune, Mâcon)	7,3	14,5
Bourgogne blanc (Chablis, Mâcon, Beaune)	8,9	12
Pyrénées	9	16
Champagne	5,8	13
Moselle	8	13
Vins du Rhin (Johannisberg, Hochheim, Rudesheim, etc.)	6,7	16
Vin de Hongrie	9,1	15
Vin d'Italie	14	19
Vin de Syra, Corfou, Samos, Smyrne, Hebron, Lebanon	13	18

Il est certain que les vins dont la richesse alcoolique dépasse 17 p. 100 n'ont pas pris cet alcool à la fermentation des grappes ; Mulder doute même que le Porto contienne naturellement plus de 12,75 p. 100 d'alcool et Gorman affirme que le Sherry pur n'en a pas plus de 12 p. 100. Si, d'autre part, on considère que beaucoup de vins excellents n'en ont pas plus de 7 à 8 p. 100, on évitera de rechercher, dans des vins ordinaires, une richesse de 10 à 11 ; c'est encourager le *vinage* et les manipulations malsaines du vin. L'administration de la Guerre, qui exige 11 p. 100 d'alcool, a des chances de recevoir souvent des vins *travaillés*.

d. Recherche de l'acidité. — C'est surtout de l'acide tartrique qu'il s'agit, bien que le vin renferme normalement d'autres acides. La plupart de ces acides, d'ailleurs, sont combinés et il faut se défier du vin chez lequel on reconnaît une notable proportion d'acides libres.

On dose aisément l'acidité du vin à l'aide de la méthode de Dietzsch, que nous avons indiquée pour le vinaigre (page 960). Une méthode proposée par Pasteur consiste à placer 10 centimètres cubes de vin dans un tube à essai et à y verser goutte à goutte de l'eau de chaux titrée par rapport à une liqueur d'acide sulfurique très étendu. On agite constamment le tube et on continue à ajouter de l'eau de chaux jusqu'au moment où une goutte de la solution alcaline détermine l'apparition d'un trouble floconneux. L'acidité ainsi déterminée représente l'*acidité totale* du vin. On l'évalue en acide sulfurique (Ch. Girard).

Pour doser le *bitartrate de potasse*, on verse (procédé Berthelot et Fleurieu) dans un matras 10 centimètres cubes de vin et 20 centimètres cubes d'un mélange à volumes égaux d'éther lavé et d'alcool absolu. On bouche et on laisse reposer quarante-huit heures. On décante alors le liquide sur un petit filtre sans plis, on lave le précipité dans le matras même avec de petites quantités du mélange d'alcool et d'éther qu'on rejette sur le filtre en évitant d'y mettre du précipité; on continue ces lavages jusqu'à ce que la liqueur filtrée soit neutre. Alors, on jette le filtre dans le matras où se trouve la crème de tartre et l'on ajoute de l'eau distillée chaude pour tout dissoudre. On détermine ensuite, dans le matras même, l'acidité de la crème de tartre par une solution de baryte titrée. On en déduit la quantité de crème de tartre pour les 10 centimètres cubes. On multiplie par 100 et l'on ajoute 0gr,2 pour tenir compte de ce qui a été dissous dans l'éther et l'alcool.

e. Quantité d'extrait. — C'est une des déterminations les plus importantes pour l'appréciation des vins et, néanmoins, l'une des plus délicates, bien qu'elle semble très facile au premier abord. Rien n'est plus simple que d'évaporer du vin dans une capsule tarée, au bain-marie à 100°, ou au bain de sable à 120°, jusqu'à ce que l'extrait ne perde plus de son poids; en le pesant à ce moment, on peut supposer que le chiffre obtenu représente le *résidu fixe.* Rien n'est pourtant moins certain. Pendant la dessiccation, dit A. Gautier, le vin s'altère; la matière extractive restée comme résidu est devenue en partie insoluble et de couleur brune; les substances à faible tension de vapeur, éthers malique, succinique, les acétines et la glycérine elle-même, sont entraînées par l'évaporation de l'eau, ce qui diminue le poids de l'extrait. Aussi Pasteur, Balard et Wurtz ont-ils soin d'évaporer le vin en présence de la moitié de son poids de sulfate de potasse, qui joue le rôle de corps diviseur et hâte l'évaporation. D'autre part, on ne sait vraiment à quel point s'arrêter pour avoir le résidu sec, car le poids diminue indéfiniment par la continuité de l'action de la chaleur, ainsi que l'ont constaté Gautier et Magnier de la Source. A 100°, un litre de vin de Pomard authentique donnait :

Après 6 heures	......	16gr,7 d'extrait.
— 10 —	......	14 ,8 —
— 28 —	......	14 ,0 —

et le poids de l'extrait continuait encore à décroître après vingt-huit heures.

De même que Pasteur a conseillé, pour le dosage de la glycérine, d'évaporer d'abord très lentement la liqueur aux deux tiers à une douce température, puis de la dessécher complètement dans le vide, Gautier dessèche les extraits dans le vide sous une surface très large et en présence de l'acide sulfurique et de l'acide phosphorique, à des températures variant entre 15 et 25 degrés.

Pour les besoins commerciaux, l'*œnobaromètre* de Houdart donne la teneur en extrait des vins non sucrés avec une approximation suffisante (Ch. Girard).

Dietzsch conserve le procédé de l'évaporation. Il retire la capsule au moment où le résidu commence à crépiter et pèse sans désemparer.

Les vins rouges français de 8 à 32 mois, non plâtrés, donnent de 13,5 à 25 gr. par litre d'extrait pris à 100° (soit 17 à 32gr,5 dans le vide sec). Les deux tiers de ce résidu fixe sont représentés par de la *glycérine*, de l'*acide succinique*, du *tannin*, du *bitartrate de potasse* et quelques autres sels minéraux. L'autre tiers contient des matières colorantes en minime proportion, des principes albuminoïdes et des substances inconnues. Les vins bus le plus communément à Paris laissent de 18,5 à 19,4 d'extrait sec à 100°, lorsqu'ils n'ont pas été plâtrés. Les vins jeunes ont un peu plus d'extrait que les vieux, qui ont laissé précipiter du tartre.

Dietzsch admet difficilement que le vin du Cher à 15gr,62 d'extrait (A. Gautier) soit du vin naturel. Ce chiffre de 15 gram. lui paraît devoir être la limite *minima*, sauf pour les vins *de pressoir*, dont l'extrait peut être entre 10 et 15 grammes.

Les vins *sucrés* renferment beaucoup plus d'extrait : 30 à 50 grammes et même 80 et 100 gr. On est obligé d'y ajouter du sable calciné, de la poudre de verre ou d'asbeste, pour en opérer l'évaporation sans trop de perte sur le poids de l'extrait.

Le *plâtrage* convertit les 2,5 ou 3 grammes de tartre qui existent dans le vin en 6 grammes de sulfate de potasse et met de l'acide en liberté ; le poids de l'extrait s'élève de 3 ou 4 grammes par litre. Cet extrait a un aspect sableux et crépite par la chaleur.

L'évaporation du vin riche en sucre fait apparaître de l'écume à la surface du liquide dès les premiers moments ; à la fin, il se dégage une odeur de caramel.

On peut encore apprécier la proportion d'extrait, en prenant la densité du vin après l'avoir réduit de moitié par l'évaporation. Cette densité (tout l'alcool ayant disparu) doit être de 1,007 à 1,008. Les vins travaillés n'ont que 1,0005.

f. Dosage de la glycérine. — Les vins à saveur douce doivent celle-ci à la glycérine ou au sucre. La proportion normale de glycérine varie de 2 à 7 grammes par litre. Pour doser cette matière, Reichardt (d'Iéna) ajoute 5 grammes de chaux récemment éteinte à 100 cent. cubes de vin (décoloré par le charbon animal, quand c'est du vin rouge) et évapore à siccité, à une chaleur douce, dans une capsule de porcelaine. Le résidu est pulvérisé et repris par 30 cent. cubes d'alcool absolu, ou 23 cent. cubes d'alcool à

90 degrés avec 7 cent. cubes d'éther, mis à digérer pendant quelques heures, puis filtré. Le liquide passé à la filtration est ensuite évaporé à une douce chaleur, au-dessous de 100°, dans une capsule tarée, jusqu'à ce qu'il ne perde plus de son poids. On a ainsi la glycérine sous forme d'un liquide sirupeux, incolore. Le procédé de Chancel (cité par A. Gautier) ne ne diffère pas sensiblement de celui-ci. Ch. Girard indique une méthode qui consiste à traiter par l'eau de baryte, à évaporer, à reprendre l'extrait par le mélange d'alcool et d'éther et à distiller dans le vide le résidu qui reste après évaporation de cette nouvelle solution. La perte de poids correspond au poids de la glycérine.

g. Dosage du sucre. — On ajoute à du vin, dans un ballon, de la liqueur cupro-potassique, jusqu'à ce que le liquide soit sensiblement bleu, et l'on chauffe; s'il n'y a qu'une réduction incomplète, il est inutile d'aller plus loin, parce que le vin ne renferme que les 1,5 à 2 grammes de sucre qu'il conserve normalement après la fermentation. Si la réduction est complète, c'est-à-dire que le liquide se colore entièrement en rouge, il faut doser le sucre à l'aide d'une des nombreuses liqueurs cupro-potassiques titrées que les chimistes fournissent.

h. Recherche des sels. — C'est moins la quantité que la nature des sels du vin qui nous intéresse. Il est des substances minérales qu'il faut trouver dans le vin, d'autres qui doivent y être le moins possible. L'*acide phosphorique* est en tête des premières; les vins blancs naturels en contiennent 15 à 16 centigrammes par litre, les vins rouges 30 à 33 centigrammes. Il manque dans les vins artificiels. L'*alumine* est de celles qui ne doivent se rencontrer qu'en très petites proportions; le *sulfate de potasse*, conséquence ordinaire du plâtrage, est dans le même cas.

Les cendres du résidu de vin naturel sont alcalines et font effervescence par les acides forts. Cependant un vin naturel, coupé de vin plâtré, présenterait encore cette effervescence. En revanche, on peut regarder comme certainement plâtré celui dont les cendres sont neutres et ne font pas effervescence avec les acides.

Pour déterminer la proportion d'acide phosphorique, Dietzsch dissout les cendres de 100 centimètres cubes de vin dans l'acide nitrique étendu, précipite la chaux par l'oxalate d'ammoniaque et traite le liquide obtenu de la filtration par la *mixture magnésienne* en excès. (Cette mixture renferme : sulfate de magnésie cristallisé 1 partie, chlorure d'ammonium, 1 p., ammoniaque caustique, 4 p., eau distillée 8 p.) Après 12 heures, on réunit le précipité, on le lave avec de l'eau légèrement ammoniacale et on le pèse après dessiccation au rouge. C'est du phosphate de magnésie, dont 10 parties représentent 6,4 d'acide phosphorique anhydre.

On peut encore dissoudre le phosphate ammoniaco-magnésien, obtenu par l'action de la mixture, dans l'acide acétique et le doser par la *solution titrée d'urane* (oxyde d'urane sodique jaune 10 grammes, dissous par l'acide acétique; eau 1 litre). On s'arrête quand une goutte du liquide prend une couleur rouge faible au contact d'une goutte de cyanoferrure de potassium.

Constitution de quelques vins (Analyses de Dietzsch).

VINS.	ANNÉES.	ALCOOL p. 100 volumes.	ACIDES p. 1000.	EXTRAIT p. 100.	CENDRES p. 100.	OBSERVATIONS.
Vins de Suisse. — a, de Zurich.						
Bendiklon	1875	6,5	11	1,9	0,18	Vin naturel.
Meilen	—	7	9	2	0,19	—
Küssnacht	1876	7,5	10	2	0,20	—
Stäfa	—	7,2	9	1,9	0,19	—
Erlenbach	—	7,5	9	2	0,20	—
Watt	—	7	10	2,1	0,19	—
Vallée de la Limmat	—	7,5	10	2	0,20	—
Andelfingen	—	7,8	9	2	0,20	—
Vinterthur-Stadtberg	—	9	8,5	2,2	0,20	—
b. Autres.						
Hallau	1865	10,2	5	2,4	0,20	—
—	1876	9	9	2,3	0,22	—
Thaying	1865	9,5	5	2,0	0,20	—
—	1876	8.3	9	2,3	0,21	—
Schleitheim	—	7,8	10	1,8	8,18	—
Schaffhouse	—	8,2	9	2,0	0,20	—
Wetting près Bade	1875	8,5	8	2,1	0,20	—
Neuenbourg (rouge)	—	9,8	7,5	2,2	0,20	—
Vins français.						
Narbonne	1876	8,5	9	2,2	0,21	—
— rouge-épais	—	10,5	8,5	2,4	0,24	Coupé de Roussillon (trop d'alcool).
Langlade	—	8,4	9	2,2	0,22	Vin naturel.
Saint-Georges	—	8,5	9	2,2	0,21	—
La Palme	—	8,7	9	2,2	0,22	—
— rouge foncé	—	10	8,5	2,5	0,23	Coupé de Roussillon.
Aramon (soi-disant)	—	5	4	1,2	0,14	Roussillon coupé de 50 p. 100 d'eau.
Roussillon I	—	13,5	9	2,8	0,25	Naturel.
— II	—	11	9	2,5	0,23	—
— extra	—	10	8	2,2	0,20	Étendu d'un peu d'eau.
Bordeaux	vieux	9,5	6,5	2.0	0,19	Vin naturel.
—	1876	9	8,5	2,0	0,20	—
—	—	8	7,5	1,5	0,15	Traité par le procédé Petiot (sucrage).
— blanc	1877	12,5	11,0	2,2	0,19	Vin naturel.
— Medoc	1875	8,5	8	2,1	0,20	—
Bourgogne	vieux	11	7,5	2,2	0,21	—
— blanc	1877	8,5	10	2,0	0,22	—
Collioures	1876	11,5	8	3,5		Doux.
Divers.						
Margrave	1876	9	9	1,8	0,18	Naturel.
Affenthal	1875	9,5	7,5	2,2	0,22	—
Rudesheim	—	8,5	7,5	1,8	0,18	—
Tokay de Hongrie	—	13	5	6.3		Doux.
Séville I	1876	11	9	2,5		—
— II	—	10	9	2,3		—
Tyrol	—	9 5	9	2,6	0,24	Naturel.
Alicante	—	12,5	6	2,5		—
Picardan	vieux	12	5	1,9	0,20	—
Valteline (Sasella)	vieux	10,8	6,5	2,2	0,22	
Benicarlo	1876	14	7,5	2,5		
Requena rouge (Espagne)	—	16	7,5	2,3	0,20	
Malaga	—	12	6	4,5		Artificiel.
Porto	—	18	6	10		Naturel (?).

Vins français (Analyses de Gautier).

PAR LITRE.	ALCOOL.	EXTRAIT SEC à 100°.	GLY-CÉRINE.	CRÈME de TARTRE.	CENDRES.	DENSITÉ.
Vins non plâtrés.						
	gr.	gr.				
Vins rouges français (moyenne).....	81,5	18,9	5 à 7,6	1,2 à 5	1,2 à 3,8	1,000 à 0,985
Grands bourgognes de 3 à 4 ans...	87	»	»	»	»	»
Bordeaux rouges supérieurs........	73,1	16,4	»	»	»	»
— — ordinaires........	75,5	»	7,19	2,3	»	0,999 à 0,991
Vins de Narbonne..................	87,5	18,9	»	»	»	»
— corsés de l'Hérault............	85	19	6,5 à 7,6	1,5 à 5	1,75 à 3,5	0,999 à 0,993
Bordeaux (côte Bassens 1870), 5 ans.	86,6	22,24	»	»	2,09	0,994
Beaujolais (Fleury 1870, excel.) 5 ans.	83,4	19,62	»	»	2,11	0,994
— ordinaire (1872).........	87,4	20,71	»	»	2,17	0,994
Petit vin du Cher (1875), 5 mois....	73,9	18,74	»	»	1,72	0,996
Autre — — —	61,9	15,62	»	»	1,94	0,996
Petit vin d'Orléans de 8 mois (1875).	53,3	17,92	»	»	1,77	0,998
Très petit bourgogne (Augy, 1875), 8 mois..........................	50,9	17,24	»	»	1,84	0,999
Vin blanc d'Entre-Deux-Mers (Bordeaux, 1874).....................	73,1	16,80	»	»	3,61	0,994
Vins plâtrés.						
Vins ordinaires de l'Hérault à cépages colorés.......................	81,8	23,5	»	»	3,2 à 4,6	»
Vin d'Aramon coloré (Pasteur)......	80,5	24,0	»	»	2,95	»
Vin de Lézignan (10 mois).........	85,8	25,08	»	»	»	»
Autre — —	82,6	25,16	»	»	»	»
Vin d'Olonzac (Hérault), 10 mois...	83,4	26,72	»	»	»	»
Petits vins de l'Hérault coupés d'Aramon............................	81,1	17,78	»	»	2,62	0,994
Autre — — ...	83,5	18,88	»	»	2,71	0,994
Villevayrac (Hérault, 1875), 8 mois..	85,0	21,62	»	»	4,05	0,999
Vin de Portugal très foncé (Tinto, 1875).	108,1	27,46	»	»	2,59	0,994

La proportion d'alcool est exprimée en *poids;* il suffit de multiplier le chiffre du poids par 0,1258 pour avoir le *volume* p. 100 de vin, c'est-à-dire le *titre centésimal* du vin. — La densité est prise à 15° ; elle est, en général, pour les vins rouges courants vinés à 15° centésimaux, de 0,993 et pour les vins marquant de 10 à 12° centésimaux, de 0,994 (A. Gautier). — Un vin qui compte 80gr,5 d'alcool par litre en renferme 10,25 volumes p. 100.

Altérations spontanées. — Maladies du vin. — On s'est plu à représenter le vin, ce merveilleux composé, comme un être vivant, à l'organisme duquel on ne saurait toucher en quelqu'une de ses parties sans troubler le tout ou même sans anéantir son individualité. En conséquence de cette idée, qui n'est pas foncièrement fausse, on a qualifié de « maladies » les altérations accidentelles du vin ; ces maladies étaient même susceptibles de traitement et parfois de guérison. En réalité, la plupart de ces prétendues maladies prouvent que le vin est une liqueur renfermant de la matière organique tout à fait passive, comme toute celle qui a cessé de vivre. Ce sont des fermentations de modalité diverse, produites par les germes de l'air, lorsque ceux-ci y trouvent un milieu « adéquat ».

Les vins *piqués* sont ceux qu'envahit le *mycoderma vini.* Le froid arrête le développement de ce ferment.

L'invasion du *mycoderma aceti* produit les vins *aigris*, que l'on traite et

que l'on améliore par le tartrate de potasse (80 gram. à l'hectolitre), mais qu'il vaut mieux envoyer au vinaigrier.

Les vins *tournés*, *montés*, *bleus*, sont atteints de la *pousse*, qui elle-même se caractérise par la présence d'un filament parasitaire ténu, analogue au ferment lactique. On les améliore par l'acide tartrique, puis le soutirage dans un tonneau soufré, sur un peu d'alcool.

Le développement d'un autre ferment provoque l'état des vins *filants*, *gras*, *huileux*. On précipite ce ferment par le tannin (6 à 7 gr. dans 1 hectolitre de vin).

Dans les vins *amers*, on trouve des filaments articulés. Ce sont des vins que l'on traite par la chaux (250 à 300 gr. l'hectolitre).

Enfin, les vins ont leur *sénilité*. L'absorption lente et continue d'oxygène brûle un certain nombre de leurs éléments ; d'autres se précipitent. On dit que le vin est « dépouillé ».

Certaines altérations du vin sont simplement dues à des fûts mal soignés. On a vu aussi (Egger) des vins, riches en acides et renfermés dans des bouteilles en verre de mauvaise qualité, attaquer ce verre et se troubler.

Corrections du vin. — Nous ne parlerons, sous ce titre, que des corrections bien intentionnées, ou au moins soi-disant telles.

Collage. — Cette opération a pour but d'obtenir rapidement la clarification du vin ; elle se fait communément. On emploie dans ce but la gélatine dissoute (15 à 20 grammes par hectolit.) ou les blancs d'œufs (2 à 3) battus avec un verre d'eau et 25 à 30 grammes de sel marin. Quand la préparation est dans le vin, on agite vivement le tonneau. Le collage précipite le tannin, une notable quantité de la matière colorante, une petite proportion de crème de tartre, quelques acides organiques, quelques sels, et diminue même un peu le titre alcoolique. A. Gautier a constaté que, par trois collages successifs, le poids de l'extrait sec diminue en moyenne de $0^{gr},35$ par litre. Il va sans dire que, dans ces collages successifs, la perte d'extrait est de moins en moins grande. On ne doit pas coller les vins fins. D'ailleurs, les vins bien faits déposent tout seuls. L'*alunage* avec de l'argile est tolérable ; avec l'alun, il est à proscrire.

Sucrage. — Il est appliqué à des vins médiocres, suivant l'un ou l'autre des procédés suivants. Dans le *procédé* dit *de Gall*, on commence par ajouter au moût, dans les années mauvaises, assez d'eau pour ramener le degré d'acidité à ce qu'il est dans les bonnes années ; puis l'on introduit 20 à 24 p. 100 de sucre de canne ou de glucose (de pomme de terre, le plus souvent). Suivant la *méthode de Petiot*, l'on arrose d'eau sucrée le marc déjà pressuré, au moment où il sort du pressoir ; on le laisse fermenter quelque temps, on soutire le liquide obtenu et on l'ajoute aux premières portions du vin.

Si l'on a employé du sucre de canne (ou de betteraves), l'action de la levûre le convertit en dextrose et lévulose, identiques aux sucres de raisin ; par la fermentation, ces sucres se dédoublent en CO^2 et en alcool, avec 4 à 4,50 p. 100 d'autres produits de fermentation, glycérine, acide succinique, etc. Le vin qui en résulte

n'est en somme qu'un liquide très alcoolique étendu d'eau, manquant du « corps » et de l'équilibre normal des vins naturels; mais il ne possède pas de propriété particulièrement malfaisante.

Il en est autrement si, comme c'est l'habitude, le sucre provient de la fécule de pommes de terre. On recherche celui-ci de préférence, précisément pour éviter le manque de corps et la diminution du poids de l'extrait, que le sucre de canne inflige au vin par sa transformation presque intégrale. Après l'action du ferment sur le glucose de pommes de terre, il reste 10 à 20 p. 100 d'un corps voisin de la dextrine, très réfractaire à la fermentation, qui peut faire l'illusion d'une certaine richesse en extrait, dans le vin qui en renferme. Malheureusement, la fécule de pommes de terre, employée à la fabrication du glucose, se prépare en grand pour cet usage et n'est jamais très pure; en outre, dans la fermentation de ce sucre, il se forme une certaine proportion *d'alcool amylique*, dont la nocivité est supérieure à celle de l'alcool de vin. De là l'ivresse plus rapide, les malaises immédiats, l'ébranlement nerveux, l'irritation gastrique, qui suivent régulièrement l'usage des vins traités selon les méthodes de Gall et de Petiot.

Ces procédés, pourtant, sont très en vogue : Neubauer (de Wiesbaden), qui a examiné 700 échantillons de vins, y a trouvé le sucre de pommes de terre 24 fois sur cent. C'est, à la vérité, en Allemagne, que ces analyses ont été effectués; mais il est vulgaire que le procédé Petiot sert à fabriquer, avec de la glucose et des marcs de raisins, des flots de piquette qui sont vendus sous le nom de *vins de Bordeaux*.

Composition des vins soumis au sucrage (Neubauer).

	Pour 100 (en poids).	
Alcool	4,5	à 5
Extrait sec	0,6	8
Matières minérales	0,03	0,04
Acides libres	0,38	0,50
Glycérine	0,07	0,08

Les administrations devraient exiger que ces prétendus vins ne fussent offerts qu'avec l'étiquette indicatrice du procédé de fabrication, ou même ne tolérer le sucrage des piquettes qu'avec le *sucre raffiné*, comme l'a demandé le Comité consultatif d'hygiène.

Il est une autre façon de sucrer le vin, qui n'admet pas l'addition d'eau : c'est celle qui porte le nom de Chaptal. Elle consiste à saturer l'excès d'acide, dans le moût, au moyen de substances alcalines, concurremment avec l'addition de sucre de canne. Ainsi, l'on ajoute à 120 litres de vin :

	Grammes.
Chaux hydratée	59,4
Carbonate de potasse	110,0
Tartrate neutre de potasse	180,0

Le danger est qu'il reste dans la liqueur des sels de potasse en dissolution. Si, en effet, la proportion d'acides est assez élevée et qu'il s'agisse surtout d'acide tartrique, les bases ajoutées formeront des sels insolubles. Mais, dans le cas d'acidité excessive, c'est souvent l'acide malique qui prédomine. Le malate de potasse est soluble. Il n'est pas besoin de dire que la présence des sels de potasse en solution dans le vin est une circonstance nuisible; par conséquent, l'addition de tartrate neutre de po-

tasse conseillée par Liebig ne vaut guère mieux que le procédé Chaptal.

Addition de glycérine. — On a donné le nom de Schéele, l'inventeur de la glycérine, au procédé qui consiste à adoucir l'acidité du vin, à lui donner du corps et à assurer sa conservation sans addition d'alcool, en y ajoutant une certaine quantité de cette substance, dont Pasteur a, d'ailleurs, démontré la présence constante dans le vin, à titre de produit de fermentation.

Les proportions employées varient de 0,50 à 3 p. 100. Il est possible qu'à cette dernière dose, la glycérine cesse d'être inoffensive chez des individus qui consomment le vin abondamment, 3 à 4 litres par jour. Catillon pense avoir prouvé que la glycérine, à la dose de 15 à 30 grammes par jour, est un antidéperditeur; elle diminue de 6 à 7 grammes la quantité d'urée rendue et augmente celle de CO^2: elle serait donc, contrairement à ce qu'on dit de l'alcool, brûlée dans l'organisme. Aux doses de 40 à 60 grammes; elle irrite les reins et la vessie, et peut aller jusqu'à déterminer le pissement de sang. Dujardin-Beaumetz et Audigé ont provoqué chez les animaux l'empoisonnement par la glycérine. Les chiens ne succombent qu'à l'ingestion de hautes doses, 8 à 10 grammes par kilogramme de leurs poids; mais Plósz a vu un cheval être tué par 300 centimètres cubes. En somme, la glycérine paraît être comme l'alcool, dont on ne saurait consommer impunément que des doses très modérées et fractionnées. Les administrations feraient peut-être bien de fixer un chiffre de tolérance légale, ou mieux, d'interdire la méthode.

Plâtrage. — Le plâtrage se fait en ajoutant aux raisins broyés du plâtre, dans une proportion qui va quelquefois jusqu'à 2 kilogrammes pour 100 kilogrammes de raisins. Cette pratique, fort ancienne, s'est renouvelée de nos jours, particulièrement dans les départements du Midi.

Le plâtrage des vins dans l'Hérault et d'autres départements, s'est répandu, dit A. Chevalier, à la suite de la publication, en 1849, par un sieur Sérane, d'une *Nouvelle méthode de vinification*, qui promettait une augmentation du produit des récoltes, une plus grande vivacité de la couleur du vin, une meilleure conservation, une limpidité inaltérable. Dès l'abord, la méthode fut combattue par Limousin-Lamothe (de Saint-Affrique); plus tard, elle n'a pour ainsi dire rencontré que des adversaires chez les chimistes et les hygiénistes (Batilliat, Barral, Janicot, Thiraut, Michel Lévy, Casterat, Poggiale, Bussy, Buignet, Legouest, Gallard, Marty, etc.). Le fait est que le plâtre décompose le bitartrate de potasse, l'un des principes les plus utiles du vin, et y substitue non seulement le *sulfate neutre de potasse*, purgatif irritant, abandonné à cause de cela par la thérapeutique (Trousseau et Pidoux, Dujardin-Beaumetz), mais encore le *sulfate acide de potasse*, qui est un véritable caustique (Marty), et même de l'*acide sulfurique* libre (Magnier de la Source), par réaction de l'alcool sur le sulfate acide. On trouve quelquefois aussi, dans le vin plâtré, de l'alumine provenant du plâtre impur qui a été employé.

Le plâtre est ajouté au tonneau ou, plus communément, à la cuve. Dans cette dernière circonstance, il fait passer, du marc dans le vin, la moitié de l'acide tartrique qui, sans lui, resterait dans le marc à l'état de tartre (Chancel).

Le plâtrage a des *effets utiles*, que Marty expose en ces termes: « L'addition du plâtre à la vendange rend la fermentation plus rapide et plus complète; elle empêche ou rend difficile les fermentations ultérieures; elle relève le degré acidimétrique du vin, d'où résulte une coloration plus intense et plus vermeille; elle dépouille et clarifie le vin et le rend rapide-

ment marchand; elle facilite sa conservation. Au point de vue du commerce, les vins plâtrés résistent mieux aux altérations connues sous le nom de *maladies des vins*. Ils supportent mieux les chaleurs, les transports, les manipulations, les coupages. » Pour les consommateurs, le plâtrage permet de leur offrir de petits vins, d'un prix abordable, qui, sans lui, dans certaines années, se gâteraient promptement.

Mais, au point de vue de ces derniers, c'est-à-dire pour l'hygiène, le sulfate de potasse, dont les proportions normales dans les vins ne dépassent jamais $0^{gr},6$ (Marty) par litre, *est nuisible* dès qu'il arrive à un taux élevé et, spécialement, au-dessus de 2 grammes par litre de vin, ainsi qu'il résulte des observations, dans l'armée, de Michel Lévy, Champouillon, à l'époque où l'administration, sur l'avis de Poggiale, tolérait 4 grammes par litre; des témoignages recueillis par E. Richard, dans l'enquête de 1885, dans les pays où l'on consomme des vins plâtrés (Yonne, Côte-d'Or, Isère, Gard, Rhône, Puy-de-Dôme, etc.), et des expériences faites sur lui-même par Marty. Il y a, il est vrai, quelques dissidences, et, dans l'enquête faite en 1886 par l'École d'agriculture de Montpellier, Bouffard, Bourdel, et d'autres cherchèrent à innocenter le plâtrage. Cette divergence semble tenir à des raisons extra-hygiéniques, qui ont souvent altéré la rigueur de l'observation, ainsi que Marty n'a pas eu de peine à le démontrer.

D'ailleurs, le plâtrage est *nuisible* aussi à la préparation des vins fins, *inutile* dans celle des vins bien constitués et, s'il est *utile* aux vendanges faites dans de mauvaises conditions, elle ne leur est peut-être pas indispensable.

Finalement, d'accord avec les avis antérieurs du Comité consultatif d'hygiène (Legouest, 12 mai 1879; Gallard, mai 1880; Richard, 1884; G. Pouchet, 1887), Marty a fait adopter par l'Académie de médecine (12 juin 1888) cette conclusion :

« Que la présence du sulfate de potasse dans les vins du commerce, quelle qu'en soit l'origine, ne doit être tolérée que jusqu'à la limite maxima de 2 grammes par litre. »

Malheureusement, la circulaire du garde des sceaux, en date du 27 juillet 1880, qui interdisait la vente des vins plâtrés au delà de cette limite, a été bientôt l'objet d'une suspension jusqu'à nouvelle enquête. De sorte que Vallin craint, avec quelque raison, que l'avis de l'Académie de médecine ne paraisse pas encore clore suffisamment l'enquête et que le gouvernement ne s'adresse, dans un an, à l'Académie des sciences. En attendant, le public boit du sulfate de potasse.

L'Allemagne et l'Italie ont interdit le plâtrage au-dessus de 2 p. 1000.

Sur quelques points, paraît-il, on a eu la lugubre idée de *déplâtrer* le vin au moyen du chlorure de baryum (Blarez)!

Pour déceler le plâtrage, on dissout 7 grammes de chlorure de baryum cristallisé à 15°, en même temps que 25 centimètres cubes d'acide chlorhydrique pur et concentré, dans suffisamment d'eau pour faire un demi-litre; 10 centimètres cubes de cette solution répondent exactement à $0^{gr},1$ de sulfate de potasse. En ajoutant 3 centimètres cubes de cette liqueur à 50 centimètres cubes de vin, on précipite tous les sulfates qui existent *normalement* dans celui-ci. Si, après avoir filtré, l'addition d'une nouvelle quantité de chlorure de baryum produit encore un précipité, c'est que le vin est plâtré (Marty). Cent parties de ce nouveau précipité, desséché au rouge rapidement, correspondent à 73,82 de gypse hydraté ou à 74,68 de sulfate de potasse (Dietzsch).

Phosphatage et tartrage. — Le *phosphatage* des vins, préconisé par Hugounenq depuis 1857 et rappelé récemment (1887) par lui à l'Académie de médecine, consiste à additionner le vin sortant de la cuve ou du pressoir de *phosphate de chaux bibasique* (3gr,5 par litre environ). Ce traitement produit les mêmes effets que le plâtrage, en ce qui concerne la couleur, l'acidité, l'aptitude à la conservation du vin, et n'en a pas les inconvénients. Il élève de 1 gramme à 1gr,05 la quantité de phosphate acide de potasse par litre et un peu aussi celle du phosphate de chaux dissous, qui peut être utile à la reconstitution de nos tissus. En facilitant et hâtant la fermentation normale, il enraye les fermentations secondaires, desquelles résultent dans le vin les alcools supérieurs les plus dangereux. A. Gautier et Ch. Girard ont reconnu les avantages de cette méthode et son innocuité sanitaire.

Calmettes (de Narbonne) pratique le *tartrage* sur la vendange, à raison de 2 à 3 grammes d'acide tartrique et 1gr,2 à 1gr,8 de craie concassée par litre de vin à obtenir. Il se forme du tartrate de chaux qui précipite les matières altérables, fermentescibles (albuminoïdes, pectiques), et abandonne un peu d'acide tartrique libre. D'ailleurs, ce procédé rend service aux vins du Midi, qui, en général, manquent de chaux. Jusqu'à présent, les dégustateurs ne trouvent que de bonnes qualités au vin tartré (Vallin).

Le *vinage.* — C'est l'addition d'alcool au vin. Elle se fait, soit pour prévenir la moisissure des vins faibles et leur donner un titre alcoolique plus élevé, soit en vue d'arrêter la fermentation dans les vins naturellement sucrés (Sherry, Porto), qui ne seraient pas transportables, dit-on, sans cette précaution, soit enfin pour conserver, à titre égal d'alcool, une certaine quantité de sucre non dédoublé dans les vins ordinaires, attendu que le dédoublement cesse lorsque la proportion d'alcool atteint un degré déterminé. Dans ce dernier cas, le vinage s'opère *à la cuve.*

L'alcool *mélangé au moût* s'incorpore mieux au vin que celui qui est ajouté *au tonneau.* Mais, dans les deux cas, il précipite une partie des substances primitivement dissoutes, abaisse la proportion d'extrait (de plus de 1 gramme par litre), fait perdre au vin son bouquet et son originalité, le rend plus capiteux, plus apte à provoquer l'ivresse, non point uniquement parce que l'alcool de vinage n'est plus bien équilibré par les autres éléments du vin, mais encore et surtout parce que le vinage ne se pratique qu'au moyen des esprits, absolument étrangers à la vigne, que les distilleries du Nord et d'ailleurs produisent à flots, riches d'alcools supérieurs, amylique, propylique, etc.

Le vinage donne le mot de ces énigmes : qu'il se consomme aujourd'hui, en France, avec une récolte de 25 millions d'hectolitres, autant de vin qu'à l'époque où l'on en récoltait 60 millions ; qu'il se produit plus de 2 millions d'hectolitres d'alcool, dont celui de vin ne représente pas la centième partie ; que tout cet alcool disparaît et que l'industrie de la distillerie est de plus en plus prospère, alors que les autres souffrent. C'est le réel et sérieux appât à la production exubérante et acharnée de mauvais alcools, et c'est la perte définitive du vin en France. On ne boit plus, sous ce nom, que de l'alcool dilué, additionné de matières colorantes suspectes et de parfums souvent insalubres. Ch. Girard a montré combien il était

facile, avec la loi française (du 2 août 1872) qui est restée en vigueur jusqu'à ce jour et qui admet sans surtaxe 15 p. 100 et même 15,90 d'alcool dans les vins, de vendre dans Paris deux fois plus de vin qu'il n'en est entré, c'est-à-dire de vendre de l'eau au prix du vin par le moyen si simple du *mouillage*, et de faire perdre aux caisses publiques 8 millions de francs par an.

Deux fois, depuis vingt ans, la question du vinage a été portée devant l'Académie de médecine, et deux fois elle a reçu une solution au rebours de l'hygiène; c'est-à-dire qu'elle reste pendante. Sauf les réserves formulées, sans succès d'ailleurs, par J. Bergeron en 1870, par Brouardel, Gautier, Vallin, en 1886, l'Académie a toujours été fort indulgente pour le vinage. Il semble même que quelques-uns de ses membres l'aient trouvé excellent.

Pour nous, nous ne lui voyons que des torts, et ils sont graves. Nous sommes absolument convaincu, par une expérience déjà longue, que le moindre vin, s'il n'a pas été maquillé, se conserve et même voyage, sans cesser d'avoir une foule de qualités supérieures, en tête desquelles le bouquet, la saveur agréable et l'originalité. Le vinage ne lui est donc pas utile; il lui serait profondément nuisible. Les académiciens, inconsciemment, sont complices des excès de la science et victimes de l'extraordinaire expansion de la vie moderne, que l'industrie pénètre et domine. Ils sont peut-être mal placés pour comprendre que le vinage est meurtrier pour la viticulture française, pour l'honnêteté commerciale et surtout pour la santé publique. Vis-à-vis d'un ennemi pareil, s'il y a des demi-mesures, elles ne devraient pas être proposées par des médecins.

En 1886, l'Académie a déclaré admissible le vinage « à l'aide d'alcool pur et ne dépassant pas 2 degrés... » Le vin primitif pourra, sans doute, être indifféremment à 5 ou à 15 degrés. Néanmoins, ce vinage toléré par l'Académie, « n'est pas seulement dangereux par la quantité et souvent par la mauvaise qualité de l'alcool qu'il ajoute au vin, mais encore parce qu'il permet le mouillage, qui est à la fois une fraude et une falsification ».

Heureusement, l'intention du gouvernement est de n'affranchir désormais du droit de consommation que l'alcool des vins dont la richesse alcoolique totale ne dépassera pas 12 degrés au maximum.

Soufrage ou *mutage*. — Le *soufrage* est employé depuis la plus haute antiquité pour prévenir l'acidité des vins par développement de moisissures. Il se pratique, soit en brûlant dans les tonneaux des mèches soufrées, soit en faisant parvenir dans les cuves du gaz sulfureux produit par un petit fourneau en tôle. Dans ce dernier cas, il arrête la fermentation, conserve au vin une certaine proportion de glucose, et, par conséquent, augmente le poids de l'extrait (A. Gautier). A la longue, une partie de l'acide sulfureux se convertit en acide sulfurique, comme l'a constaté Nessler. Néanmoins le soufrage est inoffensif et positivement utile; la viticulture ne saurait se passer du soufrage des tonneaux.

Depuis quelque temps, on a essayé de substituer au soufrage, pour le vin et la bière, l'emploi d'une solution de sulfure de calcium. C'est une pratique à condamner, en raison des propriétés irritantes de ce corps.

Salicylage. — Nous avons exposé plus haut (page 980) les principes dont il faut user à l'égard de l'acide salicylique. Il y a peu de chose à ajouter en ce qui regarde le traitement du vin par cet agent.

On a cru pouvoir, par son moyen, maintenir quelque temps, assez pour être ven-

dus, des vins presque sans richesse alcoolique et qui se fussent rapidement gâtés. Ils se gâtent néanmoins, même avec l'acide salicylique, mais chez l'acheteur, qui n'était pas prévenu. Dans la même pensée, on a maintenu à l'état de moût ou de vin doux, au moyen de l'acide salicylique, des liqueurs de mauvaise récolte, qui n'eussent fourni qu'un vin sans valeur; quelques clients se contentaient de ce breuvage. Mais, en pareil cas, il faut exagérer la proportion d'acide, puisqu'il s'agit d'empêcher la fermentation alcoolique aussi bien que les autres. Même dans ces conditions, il arrive un jour où l'action de l'antiseptique s'épuise, parce qu'il se combine au fur et à mesure avec les ferments, et une fermentation tumultueuse imprévue s'empare du liquide, pour aboutir parfois à une perte complète.

Hans Vogel, ayant recherché les doses qu'offrent les fabriques d'acide salicylique pour le traitement des boissons, trouva, chez les unes, la dose de 10 grammes par hectolitre (indiquée par Heyden), chez d'autres 20 grammes, dans une troisième usine 40 à 50 grammes.

Bien que l'usage de cet antiseptique soit extrêmement répandu chez les brasseurs anglais, allemands et même français, Fleck (Dresde), Nessler, Vogel, le désapprouvent ou exigent au moins que le client soit prévenu.

Chauffage du vin. Pasteurisation. — Remarquant que le *mycoderma aceti* meurt, ainsi que d'autres ferments nuisibles, à la température de 60°, Pasteur a conseillé le chauffage des vins jusqu'à cette température, qui n'altère pas les propriétés du liquide, mais seulement le vieillit. Le procédé est, sans être très sûr, appliqué avec avantage sur divers points de la France et de l'étranger, principalement sur les vins destinés à la marine de l'État. Une difficulté, c'est la complication de l'opération sur de grandes quantités de vins; mais le chauffage est très simple vis-à-vis des vins en bouteilles, comme le montre la figure 240. Il ne doit pas dépasser 62°.

Fig. 240. — *Appareil pour le chauffage des vins en bouteilles, selon la méthode de Pasteur.*

Manipulations nuisibles. — Falsifications. — Il n'est probablement pas utile de parler du traitement des vins acides par le « sucre de Saturne » (*Acétate de plomb*) ou par la litharge. En 1706, un certain Hans Jacob Ehrni fut condamné à mort, en Würtemberg, pour avoir pratiqué ce dernier mode, et le livre qu'il avait publié à ce sujet, brûlé par la main du bourreau. Les fraudeurs modernes, qui risqueraient assurément moins, ne s'exposent pourtant pas à des poursuites pour un délit sur lequel

la controverse n'est pas possible. Il y a tant d'autres manières de voler l'argent du pauvre monde, sans être accusé d'assassinat!

Une des plus simples est l'usage des *bouquets* artificiels. On trouve dans la moindre boutique des essences variées, dont quelques gouttes communiquent à un vin quelconque le parfum de tel ou tel grand cru, quelquefois même si exagéré que c'en est désagréable. La chimie ne retrouverait probablement rien dans ces bordeaux et bourgognes artificiels, vendus aussi cher que les vins authentiques, si la cupidité ne se laissait entraîner par la facilité du moyen. On l'applique à des vins frelatés, mouillés, vinés, etc., et le fraudeur est pris, non par le bouquet improvisé, mais par la démonstration de l'insuffisance d'extrait, de la présence d'une matière colorante étrangère, ou de quelque autre indice grave.

Il existe des matières à bouquet, qui sont des poisons énergiques. Ainsi, l'*huile de vin française* et l'*huile de vin allemande*, signalées par Ch. Girard, la dernière un peu plus toxique que l'autre, comme l'ont démontré les expériences instituées tout exprès sur ces substances par Laborde et Magnan. L'injection de 8 centimètres cubes de l'une ou de l'autre, dans les veines d'un chien, fait mourir l'animal en une heure environ, avec des phénomènes asphyxiques. Il faut très peu, sans doute, de ces huiles, pour parfumer beaucoup de vin. Cependant il semble que ce mode de maquillage ait fait perdre des clients aux fabricants de vins; d'où l'on peut inférer que les consommateurs s'en trouvaient mal. Ch. Girard a fait connaître la constitution d'une de ces préparations à bouquets, l'*huile essentielle de lie de vin :* « Ce produit vient de l'oxydation, par l'acide nitrique, d'huile de coco, de beurre de vache, d'huile de ricin et quelquefois d'autres matières grasses ; — on obtient des acides caproïque, caprylique, caprique; ces acides, éthérifiés sous pression avec des alcools méthylique, éthylique, amylique, propylique, etc., donnent des éthers qui ont un parfum agréable... »

Les coupages. — Le coupage consiste, soit à marier un vin médiocre ou dégénéré avec un vin destiné à donner ou à rendre au premier les qualités qu'il n'a pas ou qu'il a perdues, soit à mélanger dans des proportions déterminées plusieurs vins présentant des qualités différentes (Lunier). Il est pratiqué aujourd'hui sur une grande échelle, dissimule d'assez mauvais produits et rapporte aux marchands de beaux bénéfices. Dans les meilleures conditions, le consommateur ne court peut-être pas de risques positifs, mais il est à peu près sûr d'y aller de son argent.

Des coupages rationnels entre vins rouges peuvent être permis, en ce que leur principal inconvénient ne va qu'à détruire l'originalité du vin. Mais l'opération se fait communément en mélangeant, dans des proportions convenables, un vin rouge *plat* avec un vin blanc possédant du bouquet et un vin foncé en couleur (*vin teinturier*). Le résultat est un breuvage flatteur pour l'œil, l'odorat et même le palais et, cependant, qui n'est pas sans inconvénient pour les organes digestifs.

Le mouillage. — C'est l'addition au vin d'une certaine proportion d'eau : pratique incontestablement frauduleuse, favorisée par le vinage et dissimulée au moyen d'une autre fraude, la *coloration artificielle*. A la rigueur avec de l'eau, de l'alcool, un bouquet fabriqué et de la fuchsine, on peut

faire du vin de toutes pièces, et il n'est pas sûr qu'on n'en fasse pas. Au surplus, la façon de mettre de l'eau dans le vin est extrêmement variée (A. Gautier, Pabst). Il faut, en particulier, toujours s'attendre à ce que le mouillage soit associé à d'autres pratiques presque aussi fâcheuses, le plâtrage, le vinage.

Le dosage de l'extrait sec est le meilleur moyen de reconnaître l'addition d'eau au vin, à condition que l'on ait pour terme de comparaison un échantillon de vin authentique de même année et de même provenance que le vin suspect. Défalcation faite du plâtre, s'il y en a, le poids de l'extrait sec du vin mouillé sera inférieur à celui du vin normal, dans des proportions qui correspondent à la proportion d'eau ajoutée. En dosant avec soin la glycérine, chez un vin mouillé, puis viné, le poids de glycérine se trouvera tout à fait au-dessous de ce qu'il devrait être pour la richesse en alcool; le rapport normal (Pasteur) est de 1 de glycérine pour 14 d'alcool; devient-il 1/16, 1/18, c'est que le vin a été mouillé, puis viné.

Le commerçant, dit A. Gautier, achète des vins du Midi, riches en couleur et renfermant, par exemple, 23 grammes d'extrait, 85 grammes d'alcool, 6gr,5 de glycérine. Il les vine sur place à 15°, de telle sorte que le vin contienne par litre :

	Grammes.
Extrait	21,7
Alcool	119,0
Glycérine	6,1

Après avoir passé les octrois, ce vin est dédoublé. On y mélange 1/3 de petits vins acidulés et montés en bouquet de l'Orléanais, du Mâconnais, du Cher, en moyenne à 16 grammes d'extrait, 65 grammes d'alcool et 5 grammes de glycérine par litre. Le mélange présente donc, par litre :

	Grammes.
Extrait	19,8
Alcool	101,0
Glycérine	6,0

Mais un tel vin est encore trop riche en couleur et surtout en alcool: on le porte par le mouillage à 9° centésimaux, c'est-à-dire à 71gr,9 d'alcool par litre. Avec 412 grammes d'eau par litre, il offre les chiffres typiques ci-dessous :

	Grammes.
Extrait	14,0
Alcool	71,5
Glycérine	4,25

Le commerce sait aujourd'hui combler artificiellement le déficit en glycérine. Mais alors, c'est le poids d'extrait qui devient trop faible vis-à-vis de la richesse en glycérine et en alcool.

Une fraude assez répandue (A. Gautier) consiste à ajouter au vin normal le liquide obtenu en laissant séjourner une certaine quantité d'eau au contact du marc déjà épuisé de sa goutte-mère. On introduit ainsi à la fois, dans le vin que l'on fraude de piquette, une certaine quantité d'extrait et de crème de tartre, de tannin et de matière colorante, assez pour que le poids de l'extrait reste normal ou même trop élevé, lorsque l'on aura fait un mélange de 3 à 4 parties du vin primitif avec une partie de cette boisson vineuse. L'indice de cette pratique est que les poids d'alcool et surtout de glycérine baissent proportionnellement, tandis que le poids de l'extrait reste normal.

Les marchands de vin, comme ceux de lait, allongent souvent leur marchandise avec l'eau de leur puits particulier. On peut donc encore ici déceler la fraude en démontrant, dans le vin, la présence des *nitrates*, qui n'y existent pas normalement (Egger).

Coloration artificielle. — Pratique extrêmement vulgaire, la coloration artificielle dépensait naguère, chaque année, des milliers de kilogrammes de *cochenille*, de *phytolacca*, de *mauve noire*, etc., dans les villes du Midi, comme Béziers ou Narbonne (A. Gautier). Aujourd'hui, elle s'adresse simplement aux matières colorantes tirées de la houille, si puissantes, et qui ont le mérite de ne pas empoisonner par elles-mêmes les consommateurs; ce qui évite les désagréments de la part de la justice. L'*hièble*, le *phytolacca*, sont, au contraire, des drastiques. La fuchsine paraît n'être toxique que quand elle est arsenicale, ce qui, à vrai dire, arrive assez souvent.

Il est clair que les raisons pour lesquelles on colore le vin sont la fraude capitale. La coloration s'applique aux *piquettes* faites de marc de raisin et d'eau sucrée, aux vins *dédoublés,* aux *vins de secours* (Pabst) du Bordelais, faits du glucose de maïs, aux piquettes de raisins secs, que l'on a l'intention de vendre comme vins *nature.*

Les matières colorantes naturelles du vin (Ch. Girard) sont solubles dans l'alcool, à peine solubles dans l'eau, insolubles dans l'éther, le chloroforme, la benzine, l'essence de térébenthine. Elles sont détruites par l'acide sulfureux et surtout par l'acide hydrosulfureux, préparé au moyen de l'acide sulfureux et du zinc. Il y a là un point de départ pour la recherche des couleurs artificielles.

1° L'*Althæa rosea*, variété *nigra*, mauve noire, mauve de Chine, dont les pétales sont envoyés d'Allemagne pour cet effet et qui colore l'eau en violet vineux foncé, communique au vin une saveur sensible, désagréable après quelques mois; la couleur se précipite rapidement. Dans le vin collé, fraudé d'althæa, la coloration lilas vineux, que le vin pur éprouve par l'acétate d'alumine, est sensiblement bleuâtre. D'après Pasteur, Balard et Wurtz, 4 ou 5 gouttes d'aluminate de soude très étendu ajoutées à 1 centimètre cube de vin suspect, mêlé d'eau jusqu'à la teinte rose, déterminent une coloration violette, dans les vins fraudés par l'althæa et les vins colorés par le sureau, l'hièble, ou le myrtille. Mais on peut distinguer entre elles ces matières colorantes en plaçant dans 1 ou 2 centimètres cubes de vin un petit cristal de sulfate de protoxyde de fer, puis ajoutant quelques gouttes d'une solution aqueuse de brome: le vin naturel prend une couleur jaunâtre, la mauve une teinte violet vif, le sureau devient bleu foncé, l'hièble vert-jaunâtre sale.

2° Les vins au *sureau (teinte de Fismes)* ou à l'*hièble* donnent une laque violette ou bleu-foncé par l'alun et le carbonate de soude. Les colorations vertes par l'ammoniaque sont moins sûres. Un morceau de flanelle ou une floche de soie mordancée à l'acétate d'alumine, chauffés avec du vin suspect, puis lavés et introduits dans de l'eau légèrement ammoniacale, se colorent en vert, si le vin est naturel, en brun foncé si le vin est coloré au sureau (P. Prax). La teinture à la baie de sureau est inoffensive.

3° L'extrait des *baies de troène* (*Ligustrum vulgare*) communique au vin une couleur cramoisie, ou vin vieux. On l'emploie peu en France. Comme la matière colorante du vin, la *liguline* passe au bleu ou au vert par les alcalis et leurs carbonates, au vert ou au gris par les bicarbonates; mais elle en diffère en ce que le borax n'altère pas sensiblement sa teinte pourpre ou rougeâtre.

4° L'extrait des *baies du phytolacca decandra* (baies du Portugal, raisin d'Amérique du commerce) est d'un rouge-carmin violacé magnifique, mais purge fortement, ce qui fait qu'on l'abandonne peu à peu, au moins dans le midi de la France. Le vin au phytolacca, pourvu que celui-ci constitue au moins 25 p. 100 de la coloration totale, non collé, et additionné d'une solution de carbonate de soude au 200e, se colore en violet sombre ou lilas ; collé et traité par une solution de borax saturée à 15°, se colore en lilas ou gris bleu ; collé et traité par une solution de bicarbonate de soude au 8e, prend en deux minutes une couleur lilas franc.[1]

5° Les baies de l'*airelle myrtille*, qui donnent un rouge violacé, sont employées à Paris et en Suisse, mais non dans les pays grands producteurs. La présence de l'acide citrique dans le vin est un des meilleurs signes de cette fraude. Si, à 2 centimètres cubes de vin collé on ajoute 1 centimètre cube de sous-acétate de plomb marquant 15° Beaumé et qu'on agite, il se produit un précipité bleu cendré ; par le bioxyde de baryum, liqueur décolorée ou à peine rosée, avec une trace de dépôt orange au contact du bioxyde.

6° La décoction ou l'extrait de *betteraves rouges*, incorporé au vin par fermentation, lui donne la couleur vin vieux. On emploie peu cette substance seule et plutôt pour masquer la fuchsine ou la cochenille, parce que la couleur passe rapidement d'elle-même. Le bicarbonate de soude donne à un vin ainsi fraudé, collé, la teinte lilas ou rougeâtre ; les alcalins, des teintes jaunâtres.

7° La décoction de *bois de Campêche* et celle de *bois de Brésil* ou *Fernambouc* ne sont guère usitées qu'à Paris. — Une floche de soie décreusée, lavée à l'acide tartrique étendu, puis placée pendant 24 heures dans le vin au bois de Brésil (collé), lavée de nouveau et séchée, se recouvre d'une couleur lilas nettement marron ou roux, tandis qu'elle reste vineuse ou lilas dans un vin fraudé. Si l'on trempe alors la soie au Fernambouc dans de l'ammoniaque étendue, et qu'on la porte un instant à 100°, elle prend une teinte rousse lilas, tandis que la soie au vin pur passera au gris foncé. — Quand la couleur due au Campêche est en excès dans le vin, celui-ci prend par l'ammoniaque une nuance violette ; en faible proportion, le vin, traité par la solution de carbonate de soude et porté à l'ébullition, devient lilas ou violacé. La floche de soie du cas précédent se recouvre d'une couleur lilas roux ou marron, que l'ammoniaque change en lilas-violet.

8° Par le carbonate de soude, le vin à la *cochenille* prend une couleur gris-fleur de lin, ou gris avec une teinte lilas ; en portant à l'ébullition ce mélange, la couleur reste la même ; une floche de soie mordancée à l'acétate d'alumine, ayant séjourné 20 heures dans le vin collé suspect, lavée à l'eau, puis portée à 100°, présente une couleur violacée vineuse très analogue à celle que donnerait le même vin. Cette floche ne change pas de teinte par l'acétate de cuivre (exclusion de la fuchsine) ; mais trempée dans une solution étendue de chlorure de zinc, portée à 100°, puis lavée au carbonate de soude, à l'eau, et enfin séchée, elle prend une couleur pourpre tandis qu'avec le vin pur elle reste lilas gris terne.

9° La *fuchsine*, les sels de *rosaniline*, *rouges* et *violets d'aniline*, substances souvent arsenicales, sont employées en grande quantité, seules ou mélangées à d'autres, destinées à masquer la vivacité des teintes des premières. Le *grenat*, matière secondaire de la fabrication de la fuchsine, a pris, en raison de cette fraude, une valeur vénale inattendue. On déguise, du reste, la fuchsine sous des noms habiles : *colorine*, *caramel*, etc. Heureusement, les couleurs d'aniline sont des plus aisées à découvrir ; par l'action de l'ammoniaque et l'agitation avec l'éther, il se produit une coloration rose, ou violet-rose par addition d'acide acétique à l'éther en partie évaporé. Un vin coloré à la fuchsine cède à une floche de soie décreusée sa belle

matière colorante rose. La fuchsine se précipite rapidement dans tous les vins. — Il faudra en même temps rechercher l'arsenic.

La fuchsine pure, non arsenicale, surtout à la dose qui se trouve dans les vins colorés artificiellement, n'a pas de propriétés toxiques (G. Bergeron et Clouet, Cazeneuve et Lépine), ni même de propriétés nuisibles aux fonctions digestives, quoi qu'en aient pensé Falières, Feltz et Ritter. Mais, à Saint-Denis, on ne fabrique pas la fuchsine autrement qu'à l'acide arsénique. Les empoisonnements par le vin fuchsiné sont connus et ont fait un certain bruit. La fuchsine serait-elle pure, la coloration artificielle reste une falsification.

La *safranine*, qui, d'après Cazeneuve et Lépine, jouirait d'une certaine toxicité, ne possède, selon Vulpian, qu'une action légèrement irritante sur le tube digestif.

10° Le *carmin d'indigo* en pâte, ou *céruléine*, qui, ajouté aux gros vins en minime proportion, fonce encore leur couleur, est assez employé dans le Midi. Il est facile à déceler. On colle le vin en y ajoutant le dixième de son volume d'un mélange de 1 partie de blanc d'œuf battu avec 1,5 p. d'eau ; on agite, puis l'on filtre après un repos de 30 minutes. Si le précipité resté sur le filtre est d'une couleur vineuse très foncée, bleu violacé ou bleuâtre, on le lave à l'eau puis à l'alcool, on le fait bouillir avec de l'alcool à 85° centigrades et on le jette de nouveau sur un filtre. S'il y a de l'indigo, le liquide filtré est bleu. Une floche de soie mordancée à l'acétate d'alumine, chauffée avec 20 à 40 centimètres cubes de vin presque à siccité, lavée à l'eau, puis trempée dans une solution ammoniacale faible, se colore en vert sale si le vin est naturel, en bleu s'il contient une trace de sulfate d'indigo. Cette substance se précipite rapidement dans le vin artificiellement coloré. (A. Gautier).

11° En traitant 10 centimètres cubes de vin par autant d'éther dans un tube fermé à un bout et agitant; si l'éther offre une coloration rougeâtre ou violette et si cette coloration persiste même après l'addition d'un excès d'ammoniaque, le vin contient de l'*orseille*. Une couleur jaune, puis rouge foncé par une ou deux gouttes d'ammoniaque, indiquerait le *campêche*. Si l'éther resté incolore devient rouge-brun par deux fois son volume d'eau et un demi volume d'ammoniaque, le vin contient de la *cochenille* (Ch. Girard).

12° Les matières colorantes de la houille aujourd'hui employées sont les *dérivés azoïques*, obtenus du *diazobenzol*, produit de l'action de l'acide azoteux sur l'aniline. Elles sont généralement inoffensives. Ch. Girard et Pabst ont étudié les moyens de les reconnaître dans le vin.

a. Le vin est rendu fortement acide par l'acide sulfurique ou chlorhydrique, puis agité avec l'éther acétique ou l'alcool amylique qui se colore faiblement ;

b. Le vin est saturé par un léger excès d'ammoniaque ou de potasse, puis agité avec l'éther acétique, ou avec de l'alcool amylique. L'éther acétique ou l'alcool amylique est chassé par évaporation. Une goutte d'acide sulfurique produit :

Dans Rocelline.	Coloration :	*Violet Parme.*
Fond rouge.	—	*Marron.*
Bordeaux R. — Bordeaux B.	—	*Bleu.*
Ponceau R.	—	*Cramoisi.*
Ponceau B.	—	*Rouge.*
Rouge de Biebrich.	—	*Vert foncé, bleu, violet.*
Tropéoline.	—	*Rouge. Jaune orangé.*
Hélianthine.	—	*Rouge jaune.*
Éosine.	—	*Jaune.*
Etc.		

Le vin naturel verdit par l'ammoniaque. Les industriels ont trouvé un colorant qui produit le même effet. Pabst dénonce le *bordeaux verdissant*. Le bioxyde de manganèse ne le décolore pas, mais laisse une liqueur rouge violacée ; avec 2 volumes de solution saturée de borax pour 1 volume de vin, on a un liquide violet franc.

Les syndicats du commerce des vins protestent contre l'emploi des matières colorantes (député Salis, 1886) et, d'ailleurs, des *piquettes*.

Addition de cidre. — Cette sorte de coupage s'applique aux vins blancs. Il n'a peut-être rien d'insalubre, mais c'est un vol, quand on vend sous le titre de vin un mélange de vin et de cidre ou de poiré. La fraude se reconnaît à l'élévation du chiffre de l'extrait et à l'odeur de poires ou de pommes qu'il répand lorsqu'on le prépare. Ce parfum se développe davantage, si l'on a préalablement ajouté à la liqueur quelques gouttes d'acide sulfurique et un petit cristal de bichromate de potasse. Le cidre ne renferme pas d'*acide tartrique*, mais de l'*acide malique;* son chiffre de potasse est bien plus élevé que celui du vin. C'est sur ces principes que sont fondés les procédés chimiques de recherches à l'égard de cette falsification.

Piquette de raisins secs. — Voici, dit Ch. Girard, comment on procède pour l'obtenir, à Mèze (Hérault) : on verse 80 kil. d'eau sur 100 kil. de raisins secs placés dans une cuve; au moyen de la vapeur, on maintient la masse à une température de 25° à 30°. Au bout de deux jours, la fermentation étant terminée, on soutire le liquide et on ajoute au marc 80 kil. d'eau à 30°, que l'on soutire quelque temps après et qu'on mélange au premier liquide. Enfin, le marc est lavé une ou deux fois avec de l'eau qui sert à une opération ultérieure. Il est indispensable, pour empêcher le liquide de prendre un mauvais goût et une mauvaise odeur, de maintenir la température entre 25 et 30°, et de ne pas prolonger l'opération au delà de deux jours. Cette piquette renferme 7 p. 100 d'alcool ; on la remonte à 10 p. 100 par addition d'alcool. On a le grand tort de couper ces piquettes avec moitié de vin du Midi pour en faire le gros vin marchand, qui sert au coupage et au mouillage.

Vins artificiels. — On fabrique de toutes pièces des vins qui ne renferment rien du produit de la vigne. Ainsi, le *vin de groseilles*. D'autres fois, avec de l'alcool de provenance douteuse, un peu de vin de Roussillon, du sucre et un arome, on livre à la consommation des vins de liqueur « imités », et portant un nom séduisant. Le vol est justement là, sans parler de l'insalubrité générale de ces liquides excessivement alcooliques. On reconnaît ces *vins d'imitation* à leur pauvreté en extrait, à l'acide tartrique libre, qui s'y trouve d'ordinaire en plus grande proportion que dans le vin naturel. La polarimétrie, quand l'alcool employé est de pommes de terre ou de grains, y révèle la présence d'un corps qui dévie la lumière fortement *à droite*.

Usage du vin. — Le vin n'est pas plus nécessaire que l'alcool; mais c'est la plus louable des boissons alcooliques. La stimulation qu'il produit est meilleure, moins offensive que celle de l'alcool seul, fût-il dilué au même point que l'alcool du vin l'est naturellement; beaucoup de vins parfaitement stimulants sont moins riches en alcool que d'autres qui stimulent peu. Il

y a, dans le vin naturel, une complexité merveilleuse de substances utiles, bien équilibrées, que rien ne remplace ; les petits vins des vignobles sans renom, que les travailleurs du pays consomment à l'ordinaire, leur rendent plus de services que ne le feraient des vins alcooliques. Burdel (de Vierzon) a signalé, sous ce rapport, les bienfaits du vin médiocre obtenu dans la Sologne même. A la vérité, ces petits vins que le commerce n'a eu aucun intérêt à « travailler », puisqu'ils ne se transportent pas, conservent intacts leur arome, leur saveur, toutes les propriétés en quelque sorte extérieures, qui sont comme l'encadrement du breuvage et le font trouver agréable. Or, toute substance alimentaire qui plaît remplit la première des conditions requises pour qu'elle atteigne à une utilisation intégrale.

Comment se ferait-il, si le vin n'était que de l'alcool étendu, que les peuples anciens, dont les guerriers de Virgile et d'Homère nous reproduisent les mœurs, aient fait appel au vin dans toutes les réjouissances publiques et dans les occasions où il était urgent de relever le courage des soldats? Et pourquoi la « gaieté française » et le « rire gaulois » sont-ils précisément le privilège de cette terre où la vigne mûrit ses produits les plus parfaits, non les plus alcooliques? Notez que la culture de la vigne est elle-même un travail salubre, réclamant une certaine dose d'intelligence. Je n'ai jamais compris les esprits chagrins et de peu de portée, qui se sont réjouis de l'invasion du phylloxéra; les vrais philanthropes, comme Pasteur, Bergeron, Lunier, ont au contraire entrevu très justement que l'abondance du vin loyal et de bonne qualité est le réel préservatif des désastres de l'alcoolisme.

Nous avons émis ailleurs l'idée que le vin, qui ne manqua jamais pendant le siège de Paris, pouvait avoir contribué à ce résultat, étonnant pour beaucoup, de ne pas laisser naître le typhus au milieu de circonstances qui paraissaient réaliser toutes les conditions de sa genèse. En ce temps-là, Brouardel traitait ses scorbutiques par la viande de cheval et par le vin, chauffé suffisamment pour lui faire perdre une bonne partie de son alcool, tout en lui laissant les sels de potasse et des acides, évidemment propres à restituer au sang quelque chose dont il ne peut se passer.

La proportion de matières albuminoïdes dans le vin est trop faible pour que l'on puisse insister beaucoup sur sa valeur alimentaire, dans le sens rigoureux du mot; il convient, toutefois, de noter qu'il garde, sous ce rapport, une grande supériorité sur les alcools proprement dits, qui, naturellement, ne renferment rien de ces substances, non plus que des acides ou sels organiques du vin, dont l'utilité est incontestable. Encore une fois, le vin est tout autre chose que de l'alcool dilué et ces hygiénistes sont dans le vrai, qui regardent le vinage et le maquillage actuel des vins, comme la raison du mouvement ascendant de l'alcoolisme, qui réclament la protection des lois sur le vin naturel et les rigueurs du fisc sur *les alcools*.

Bibliographie. — Magnier de la Source. *Composition et analyse du vin* (Journ. des connaiss. médic., 1880). — Girard (Ch.). *Le plâtrage des vins* (Rev. d'hyg., III, p. 5, 1881). — Pabst (J.-A.). *Recherche des dérivés azoïques dans les substances alimentaires* (Rev. d'Hyg., III, p. 1033, 1881). — Girard (Ch.). *Documents sur les falsifications des matières alimentaires*. Paris, 1882). — Rabuteau. *Contribution à l'étude du plâtrage des vins* (Soc. Biologie, 4 mars 1882). — Blarez. *Le déplâtrage des vins* (Rev. d'hyg., IV, p. 650,

1882). — Du même. *Un nouveau procédé de plâtrage des vins* (Rev. d'hyg., IV, p. 1083, 1882). — Lafargue. *Vins mélangés d'acide salicylique* (Ann. d'hyg., IX, p. 536, 1883). — Balland. *Sur les vins de Médéah* (Arch. de méd. milit., II, p. 101, 1883). — Egger (E.). *Bemerkungen zur Prüfung des Weines auf Kartoffelzucker* (Arch. f. Hyg., II, p. 252, 1884). — Du même. *Ueber die Einwirkung von verdünnten Säuren auf Flaschenglas* (Arch. f. Hyg., II, p. 68, 1884). — Du même. *Ueber ein neues Unterscheidungsmerkmal reiner Naturweine von Weine die unter Zuhilfnahme von Wasser verbessert worden sind* (Arch. f. Hyg., II, p. 373, 1884). — Strohmer (F.). *Ueber die Erkennung einiger fremder Farbstoffe in Rothweinen, Liqueuren und Conditorwaaren* (Arch. f. Hyg., II, p. 428, 1884). — Magnier de la Source. *Le plâtrage des vins* (Répertoire de pharmacie, nos 10-11, 1884). — Lunier. *Du vinage et de l'alcoolisation des vins.* Paris, 1885. — Cazeneuve (P.) et Lépine (R.). *Action physiologique du sulfo de fuchsine et de la safranine* (Acad. scienc., 16 novemb. 1885). — Vallin (E.). *La question du vinage* (Rev. d'Hyg., VIII, p. 663 et 985, 1886). — Cazeneuve (P.). *Des colorants de la houille au point de vue de l'hygiène* (Acad. méd., 26 avril 1886) et *La coloration des vins par les couleurs de la houille.* Paris, 1886, 1 vol. in-16 (Bibliothèque scientifique contemporaine). — List (E.). *Südliche Weine und Medicinalweine* (Arch. V, f. Hyg., p. 306, 1886). — Marty (H.). *Sur le plâtrage du vin* (Acad. méd., juin 1888). — Gautier (A.). *Sur de nouveaux procédés de vinification destinés à remplacer le plâtrage des moûts de vin. Phosphatage, tartrage, chauffage* (Acad. méd., 17 juillet 1888). — Vallin (E.). *Le plâtrage et le phosphatage des vins* (Rev. d'hyg., X, p. 649, 1888). — Grimaux. *Coloration artificielle des vins* (Rec. des trav. du Comité consult. d'hyg. publ., XVII, p. 440, 1888).

2° **La bière.** — La bière (flamand *Bier*) est une boisson fermentée, dans laquelle l'alcool et l'extrait sont fournis par l'orge ou quelque autre céréale, et qui est aromatisée par le houblon. L'orge, à poids égal, contient plus de matière féculente que les autres céréales ; mais, du moment qu'il s'agit d'obtenir une liqueur sucrée, un *moût* accessible à la fermentation alcoolique, il est clair que toute substance féculente, et même le sucre de fécule, peut remplacer l'orge. Aussi fabrique-t-on de la bière avec l'avoine, à Louvain, avec le maïs aux États-Unis, le riz aux Indes-Orientales. On pourrait également employer le blé, le seigle, le millet, la racine de réglisse, la patate, la pomme de terre, la mélasse, etc.

L'orge croît spontanément en Perse, en Grèce, en Sicile ; on ne sait trop de quel pays elle est originaire. Depuis cinquante ans (Lunier), la surface de culture de l'orge a diminué dans notre pays ; elle est de 1,100,000 hectares. Mais le rendement en grain a doublé ; il est de 20 millions d'hectolitres par an, dont 5 millions sont employés à la fabrication de la bière et 2 millions et demi exportés. Comme il faut environ 70 litres d'orge pour 100 litres de bière, la France récolte assez d'orge pour produire 25 à 30 millions d'hectolitres de bière. Les départements à orge sont principalement ceux d'Eure-et-Loir, Aube, Deux-Sèvres, Loiret, Manche, Mayenne, Sarthe, Vienne, Meuse, Pas-de-Calais, Finistère, Cher, Nord, Marne, Orne, Puy-de-Dôme.

Le houblon (*Humulus lupulus :* Urticées), plante sarmenteuse et grimpante, croît dans toute l'Europe et est cultivé spécialement en Angleterre, en Allemagne, en France, en Belgique, en Autriche.

L'Allemagne	produit	447,414	quintaux et	*exporte*	160,000	quintaux.
L'Angleterre	—	384,000	—	*importe*	215,000	—
L'Autriche	—	92,000	—	—	7,500	—
La Belgique	—	97,500	—	*exporte*	82,500	—
La France	—	44,000	—	»	»	

Notre pays exporte pour 5,600,000 francs de houblon et en importe pour 14 millions. C'est le Nord et le Nord-Est qui le produisent principalement.

Le houblon aime une terre profonde, parce que ses racines pivotent beaucoup. Les tiges, soutenues par des perches, peuvent s'élever à près de 4 mètres de hauteur. Elles représentent des pieds mâles, qu'il faut supprimer le plus possible, et des pieds femelles, dont les cônes servent à la fabrication de la bière, comme à la thérapeutique. On récolte ces cônes en août, par un temps sec, et on les transporte dans des séchoirs ou *tourailles* à air chaud, qu'il convient de ne pas porter à une température assez élevée pour volatiliser les principes du houblon. Le houblon jeune est presque le seul utilisable; les houblons vieux perdent peu à peu toute vertu. Il y a des écarts considérables dans la production, d'une année à l'autre: elle varie de 200 à 2,000 kilogrammes par hectare. De même, le prix saute très brusquement de 1 à 8 fr. le kilogramme. Le houblon vieux n'a presque aucune valeur; on l'a pour 10 centimes le kilogramme, quand la récolte nouvelle est un peu abondante.

Payen et Chevallier ont démontré que le houblon français peut soutenir la comparaison avec les meilleurs de la Bavière et de la Louisiane. Deleporte-Bayart constate que le houblon du Nord, et particulièrement celui que l'on cultive par des méthodes rationnelles aux environs d'Hazebrouck, est supérieur de tous points aux houblons anglais et allemands; les plants ont été importés de Spalt (Bavière); c'est la variété à tige blanche.

Fabrication de la bière. — Nous ne pouvons, naturellement, qu'esquisser à grands traits les opérations qui aboutissent à l'obtention de cette boisson usuelle, en nous bornant aux détails dans lesquels le point de vue hygiénique surgit de lui même. Nous supposerons toujours qu'il s'agit de bière d'orge.

1. *Préparation du malt.* — L'orge ne renferme pas, on le sait, la matière sucrée toute faite; il faut en provoquer la formation. C'est l'œuvre du *maltage*.

On commence par *mouiller* l'orge, dans des cuves peu profondes, où il est facile de la retourner et de l'aérer, en renouvelant l'eau (procédé E. Puvrez); l'opération peut se faire à froid. Le grain a commencé à germer, c'est-à-dire que la *diastase* s'y est développée et se trouve prête à déterminer la saccharification de l'amidon du grain. Pour compléter ce résultat, on porte le grain dans des *germoirs* bien ventilés, pour l'expulsion continue de l'acide carbonique, que la germination produit. Si la température s'élève notablement dans les couches de grain, on les étale davantage. Lorsque la germination est arrivé au point convenable, on l'arrête brusquement par le *touraillage* à l'air chaud; la température du courant d'air doit être de 42 à 43° au début et continuer par 47 et 48°, pour terminer par une température d'au moins 90° (Puvrez). A cet état, le grain est devenu le malt; il doit être très friable, parfaitement sec et germé à fond, avec plumule très développée. Il donne environ 60 p. 100 d'extrait, mesurés au saccharimètre, quand on le traite par l'eau à 75°.

Dans les pays de grande fabrication, le maltage se fait dans les établissements spéciaux et le malt tout prêt est vendu aux brasseurs proprement dits. Il ne faut pas moins que le malt soit de préparation récente pour être employé avec succès.

2. *Préparation du moût.* — Le malt, concassé, est *brassé* dans de grandes cuves, dites *cuves-matières;* une première portion d'eau est introduite tiède (à 25-30°, ou mieux 45°), puis retirée incomplètement au bout de quelque temps; c'est le moût trouble et la *première trempe.* Une seconde, une troisième, une quatrième portion d'eau sont successivement versées, puis soutirées, mais à des températures crois-

santes de telle sorte qu'à la dernière trempe l'eau soit bouillante. Il s'agit d'épuiser entièrement un malt de plus en plus appauvri. Le premier moût sert à faire la *bière forte*, la bière *double;* la dernière trempe fournit la *petite bière;* les autres sont intermédiaires.

Le malt épuisé s'appelle la *drèche*.

La saccharification s'opère dans le brassage, mais n'est pas complète; pour 2 molécules d'amidon, il se forme 1 molécule de sucre et 1 molécule de dextrine (Payen, Schwartz). Selon O'Sullivan, ce sucre diffère du sucre de raisin et mérite un nom spécial, celui de *maltose*. La dextrine subissant la fermentation alcoolique bien plus lentement que le sucre, elle contribue, disent les brasseurs, « à assurer le corps, le moelleux de la bière, en même temps que sa conservation et sa vie » (Puvrez).

Le *moût* est porté à l'ébullition en présence du houblon. Cette cuisson a pour but d'y répartir les principes du houblon, de coaguler l'excès des matières albuminoïdes et de concentrer la liqueur sucrée. Le houblon renferme : *lupuline*, 10 à 12 p. 100, un principe amer, cristallisable, un corps analogue à l'acide tannique, de la résine, une huile essentielle; une partie de cette huile s'évapore, l'autre donne à la bière son arome ; le tannin aide à la précipitation des matières albuminoïdes; le principe amer communique à la liqueur son amertume agréable ; la plus grande partie de la résine sera dissoute par l'alcool, à la fermentation. Huit heures de cuisson suffisent, avec de bon malt. On jette le houblon en deux fois.

Habituellement, le moût se clarifie lui-même par la cuisson. Quelquefois, on est obligé d'aider à la clarification par l'addition de gélatine, de pieds de veau (moyen douteux), de colle de poisson. On filtre sur du houblon et l'on *refroidit* rapidement, dans des *bacs* ou d'autres appareils appropriés.

3. *Refroidissement.* — La rapidité de cette opération du refroidissement est d'une importance capitale; les brasseurs ont pu remarquer vulgairement et de temps immémorial que, si le refroidissement traîne en longueur, la bière est envahie par une fermentation inattendue et qui est la perte de cette boisson, comme la *fermentation acide* ou la *fermentation visqueuse*. Aussi les grandes usines n'ont-elles pas hésité à faire d'énormes dépenses pour hâter, au moyen de la glace, cette opération critique. Pasteur a reconnu que les « ferments de maladie » sont inertes de 0° à 2° et que la levûre de bière seule peut vivre à cette température.

4. *Fermentation.* — De même, aussitôt que le moût, refroidi dans les bacs, est descendu en *cuve-guilloire*, il faut se hâter d'y ajouter le *levain*, afin que la fermentation alcoolique commence avant toute autre et empêche les fermentations parasitaires. Mais, malgré la rapidité avec laquelle on fait se succéder les opérations, malgré le soin avec lequel on prépare le levain, il n'est pas rare que l'attente des brasseurs soit déçue et que toute une cuve de moût soit envahie par une fermentation irrégulière, par conséquent perdue.

C'est que, d'une part, dans le refroidissement, il y a un puissant appel à tous les ferments de l'air par le fait même de la condensation des vapeurs et, de l'autre, que les levains les plus soignés sont rarement purs et contiennent autre chose que le ferment alcoolique. Pasteur, qui a démontré à la fois les ferments de l'air et leurs actions dans les accidents de la brasserie, a formulé le principe du refroidissement du moût à l'abri de ces ferments et de l'introduction du ferment alcoolique pur. Mais notons d'abord que la fermentation en cuves est dite *superficielle*, tumultueuse ou *haute*, lorsqu'elle se fait au-dessus de 12°, par exemple à 15° ou 20°; qu'elle est, au contraire, lente, calme ou *basse*, ou encore avec dépôt, si la température est maintenue, au moyen de la glace, au-dessous de 10°, à 5 ou 6 degrés et même plus bas.

Le *procédé de Pasteur* ne change rien à la préparation habituelle du moût, il ne change que son mode *de refroidissement et de fermentation*. L'appareil représenté ci-dessous (fig. 241) en est une réalisation. Il montre comment, lorsque le moût est versé chaud dans la cuve, le refroidissement s'accomplit sans que l'air y entre autrement qu'à travers le tube B, muni d'un tampon de ouate, le tube A étant fermé ou ne s'ouvrant que pour évacuer CO^2. — Les tubulures M ou N servent à introduire, à l'abri de l'air, la levûre pure que l'on a cultivée dans un ballon (fig. 242) à col flexueux. Il suffit, pour cela, de renverser ce ballon après avoir rapidement engagé le tube F dans la tubulure M.

Pour mettre en levain des appareils plus grands, on remplace le ballon à col recourbé par de grands flacons de 6 litres, disposés d'une façon équivalente.

La bière ainsi préparée peut être exposée à l'air lorsque la fermentation alcoolique est achevée ou près de l'être, parce qu'alors les germes étrangers ne trouvent plus dans le liquide un milieu convenable à leur pullulation.

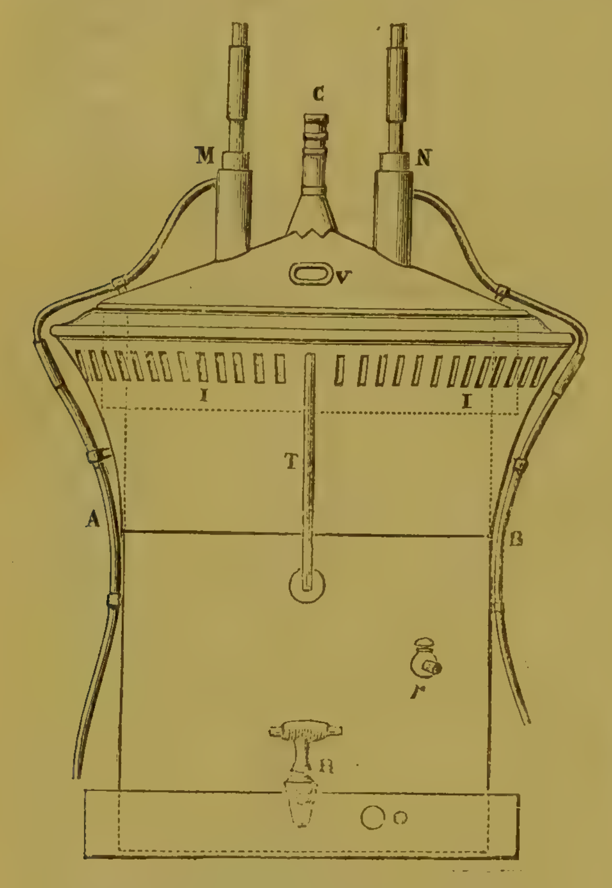


Fig. 241. — *Appareil de Pasteur pour le refroidissement et la fermentation de la bière* (d'après Lamy).

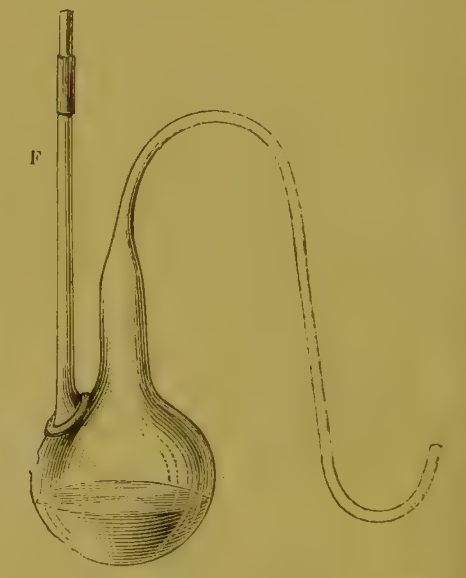


Fig. 242. — *Ballon à col étiré et flexueux pour la culture de la levûre pure* (Pasteur).

La proportion de levûre ajoutée est aux environs de 3 p. 1000 de liquide. On ne s'en sert pas, en Belgique, dans la fabrication du *faro* et du *lambick*. Les bières destinées à être conservées (bières d'été, fabriquées en hiver) ne doivent subir que a fermentation basse, lente, à faible température. Il faut s'arranger de telle sorte que le travail fermentatif n'élève pas de plus de 2° à 2° 1/2 la chaleur initiale du moût. Cette fermentation exige une douzaine de jours.

5. *Mise en fûts et en cave.* — Lorsque la fermentation du moût est terminée, on soutire la bière dans de petits fûts, si elle doit être consommée aussitôt; dans de grands, lorsqu'il s'agit de bière de garde. Une fermentation moins active, dite *secondaire*, se continue dans les tonneaux; une mousse, qui n'est autre que du ferment pénétré d'acide carbonique, s'échappe en champignon par la bonde. Le

mouvement et l'aération du moût, qui ont lieu dans le transversement du liquide, des cuves jusqu'aux fûts, ne sont point sans influence sur les qualités de la bière; le moût se trouve bien d'être oxygéné (Puvrez).

Les bières de garde ont besoin que l'on y ajoute du sucre au moment où il paraît que la fermentation alcoolique est sur le point de s'arrêter. Quelques-unes, destinées à l'exportation, reçoivent en cave du moût nouveau, une nouvelle portion de ferment, selon les cas. Une basse température des caves est de rigueur pour les bières de garde, qui doivent fermenter très lentement (1° à 2° pendant 5 à 12 mois).

6. *Clarification des bières.* — Les bières de fermentation basse, fabriquées avec d'excellent malt, se clarifient naturellement, après un repos suffisant en foudres. Toutefois, si elles doivent être consommées très jeunes, on les passe sur des copeaux, ce qui les clarifie et les vieillit en même temps, mais en leur faisant perdre de leur force. Ce sont les copeaux de noisetier que l'on emploie de préférence, après les avoir fait bouillir.

Le plus généralement, on clarifie avec la *colle de poisson*, le moût étant au repos, afin que les bulles d'acide carbonique ne contrarient point, par leur ascension, l'action du réseau gélatineux de la colle. La meilleure colle est la colle de poisson de Russie. Il en reste toujours un peu en dissolution dans la bière. Il suffit de 3 à 4 grammes de colle par hectolitre.

On colle aussi à la *gélatine*, à la *colle de peau de raies*, qui, au lieu de précipiter les matières étrangères au fond, les fait sortir par l'ouverture de la bonde.

7. *Mise en bouteilles.* — Pour pouvoir être mises en bouteilles, les bières ne doivent pas être sujettes au *dépôt*. Les bières très houblonnées, dans lesquelles le houblon a déjà précipité l'albumine; celles dont le moût s'est dépouillé spontanément ; celles enfin, qui ont subi par le fait de l'âge l'*atténuation* du moût, sont propres à être mises en bouteilles.

Rendement de la brasserie. — En France, 75 kilogrammes de malt, 10 kilogrammes de sirop à 32°, 2 kilogrammes de houblon, donnent 3 hectolitres de bière forte et 2 hectolitres de petite bière. Nous produisons 8 à 10 millions d'hectolitres de cette boisson annuellement, représentant une valeur pécuniaire de 150 millions de francs. C'est dans les départements sans vin que l'on fabrique le plus de bière et surtout de petite bière; la production de celle-ci est d'un peu plus de la moitié de celle de la bière forte. Au surplus, dans le Nord et le Pas-de-Calais, on fait des mélanges en proportions diverses : 1 de bière forte avec 1 de petite bière donnent la bière *tiercée;* 1 de bière forte et 2 de petite bière donnent la bière *moitié.*

La région du Nord fournit les deux tiers de toutes les bières françaises. L'Est (Nancy, Tantonville, Lyon) produit les plus estimées.

Bières étrangères. — 1° *Bières allemandes :* Autriche, Bavière, Strasbourg ; Bockbier, Salvatorbier, bière Fanta, bière Dreher, bière de Munich. — Très chargées en houblon, peu mousseuses, se conservent bien; 2° *Bières anglaises.* — Alcooliques, épaisses et nourrissantes. — Ale, Porter (brun à cause de la forte torréfaction du malt), Stout, Gingerbeer (où le houblon est remplacé par le gingembre) ; 3° *Bières de Belgique et de Hollande :* aigrelettes, peu nourrissantes, faites avec un mélange de malt et de froment. — Lambick, bière blanche de Louvain, bière forte de Louvain (dite Peeterman), faro, bière de mars, Uytzet; 4° *Bières du Canada, d'Amérique :* résineuses, quelques-unes ressemblant plutôt à des drogues médicinales qu'à notre bière. — Sapinettes, épinettes, bière de Spruce (où le houblon est remplacé par les bourgeons de sapin).

Bières françaises. — Bière forte, double bière, bière de mars; bière brune, bière blanche; bière simple ou petite bière (Lunier).

Composition de la bière. — La bière renferme, avec une quantité considérable d'eau, 1 à 8 p. 100 d'alcool; de notables quantités de sucre, dextrine, substances albumineuses; de faibles quantités de glycérine, d'acide succinique; une matière extractive brune, une matière grasse jaune; des substances amères et résineuses; acide tannique, extrait de levûre, acide lactique et lactates, acide acétique et acétates, malates; des sels ammoniacaux, du chlorure de sodium et de potassium, du sulfate de potasse, des phosphates de potasse, soude, chaux, magnésie, de la silice et de l'oxyde de fer, de l'acide carbonique.

Il importe de remarquer, parmi ces éléments, les *matières albuminoïdes* qui sont, selon Payen, dans la proportion de 5gr,26 par litre dans la bonne bière de Strasbourg, représentant 0gr,80 d'azote; les *phosphates*, assez abondants dans les bonnes bières pour qu'un litre de celles-ci renferme 0gr,80 d'acide phosphorique, c'est-à-dire autant que 530 grammes de viande de bœuf ou 220 grammes de pain; et les *hydrocarbonés*, glucose, dextrine (40 à 50 p. 1000), qui persistent après la fermentation.

L'*extrait* solide comprend des sels terreux favorables à la nutrition et des principes hydrocarbonés. Le réel mérite de la bière consiste dans un juste équilibre entre ces deux éléments : il faut 1 d'alcool p. 1,75 d'extrait. Ch. Girard assigne la composition suivante à la bière moyenne : Alcool 30 p. 1000; extrait 39; cendres, 1,5.

BIÈRES.	ALCOOL POUR 100.		EXTRAIT POUR 100.	
	BIÈRE JEUNE.	BIÈRE DE GARDE.	BIÈRE JEUNE.	BIÈRE DE GARDE.
Ale de Londres	7	8,2	6,5	5
— d'Edimbourg	1	5,7	»	»
— de Hambourg	5,5	6	6	5
— ordinaire de Londres	4	5	5	4
Porter	5	6	7	6
— ordinaire de Londres	3	4	5	4
Petite bière de Londres	1,2	»	»	»
Salvator (Munich)	5	6	2	10
Bockbier (Munich)	4,3	5,2	9,5	8,5
Bière de garde (Munich	4,0	5,1	5,9	5
— de cabaret (Munich)	3,5	4	6	4,9
— ordinaire de Bavière	3	4	6,5	4,5
Lambick (Bruxelles)	4,5	6	5,5	3,5
Faro (Bruxelles)	2,5	4,9	5	3
Guddebeer de Diest	3,5	6	8	5,5
Peetérman (Louvain)	3,5	5	8	5,5
Bière blanche de Louvain	2,25	3,25	5	3,5
Double Uytzet de Gand	3,25	4,5	5	4
Uytzet simple de Gand	2,75	3,5	4	3
Bière d'orge d'Anvers	3	3,5	4,5	3
— de Dresde	3,6		4,8	
— de Vienne (Schwechat)	3,9	4,3	4,2	
— blanche de Berlin	1,9		5,7	
— forte (*Mumme*) de Brunswick	1,9		45,0	
— — de Strasbourg	4	4,5	4	3,5
— — de Rouen	3	8	»	»
— — de Lille	4	5	4	3
— — de Lille	4,2		5,3	
— — de Lille (ordinaire)	4.0		4,0	
— — de Trélon	3,7		3.3	
— — du Nord (débitée à Paris)	8.35		4,36	
— — de Lyon	4,13	»	»	»
— blanche de Paris	3,5	4	8	5
— double de Paris	2,4	»	»	»
Petite bière	1,0	»	»	»

Appréciation de la bière. — *a. Propriétés physiques.* — La bière de bonne qualité est limpide et transparente; celle qui est trouble ou contient des particules solides en suspension le doit à ce que la fermentation y est encore en activité et qu'il y persiste du gluten. Souvent cette fermentation n'est plus due au ferment alcoolique normal, mais au ferment acétique ou visqueux. En faisant bouillir la bière, on coagule aisément le gluten, si elle en renferme.

La bière riche en acide carbonique se recouvre, dans les verres où on la verse, d'une mousse blanchâtre, à très fines bulles et comme crémeuse, à moins qu'elle ne soit à très basse température; dans ce cas, il n'y a pas de mousse.

La couleur de la bière est pâle, ambrée ou brune. Cette dernière teinte n'indique pas toujours une plus grande richesse d'extrait; on l'obtient, soit par un excès de torréfaction du malt, soit par l'addition de substances colorantes.

La saveur de la bière doit être fraîche, spiritueuse et donnant une impression de moelleux. Elle ne doit avoir d'autre goût que celui du malt et du houblon. Il faut également se défier d'un excès d'amertume et d'une saveur sucrée trop accentuée. Le goût de poix ne sert quelquefois qu'à masquer une avarie de la bière. La saveur de lessive doit faire supposer que l'on a combattu par la potasse ou la soude un certain degré de fermentation acétique.

Le poids spécifique de la bière, après expulsion de CO^2, est entre 1,010 et 1,030. Il dépend surtout de la richesse en extrait; mais on ne peut en rien conclure d'absolu.

La bière saine doit être *bien fermentée* et dépouillée. On le reconnaît en ajoutant de 1 à 16 parties de bière à une solution de 10 parties de sulfate de fer dans 150 p. d'eau. Le trouble qui se produit immédiatement doit se rassembler, au bout de quinze à trente minutes, en un précipité qui n'occupe pas plus d'un sixième du volume de la liqueur, si la bière est bien fermentée.

b. Propriétés chimiques. — On détermine la richesse de la bière en *alcool*, en *extrait*, *acide phosphorique*, *glycérine*, etc., par des procédés fort semblables à ceux qui ont été indiqués pour le vin. Nous avons vu quelles doivent être les proportions des premiers. L'acide phosphorique doit faire environ le tiers de l'extrait; la glycérine ne pas dépasser 2 à 3,5 p. 1000.

L'*acide carbonique* est un élément spécial à la bière. Il y en a deux volumes dans la bière non mousseuse et jusqu'à 25 ou 26 volumes dans la bière fortement mousseuse. On le dose en l'expulsant par la chaleur; on le reçoit sur du chlorure de baryum qui le fixe; l'alcool et la vapeur, qui ont pu se dégager en même temps, sont retenus sur du chlorure de calcium. Il n'y a plus qu'à peser, au bout d'environ une heure.

Connaissant l'extrait et la proportion d'alcool, on peut calculer quelle a été la richesse du malt, c'est-à-dire la proportion des éléments que le malt abandonne à

l'eau. Deux parties de cet extrait de malt équivalent à une d'alcool. Supposons que la bière examinée marque 3,8 p. 100 d'alcool et 5 d'extrait, le malt contenait $3{,}8 \times 2 + 5 = 12{,}6$ p. 100 de substances entraînables par l'eau chaude.

En dehors de l'acide carbonique, la bière renferme des *acides lactique, acétique, succinique*, dont la proportion ne doit pas dépasser 3,8 p. 100 du poids de l'extrait (Giessmayer). On titre l'acidité de la bière, après l'expulsion de CO^2, par la liqueur ammoniacale au dixième, dont la formule a été donnée pour l'expertise du vinaigre (p. 960). En multipliant le nombre de centimètres cubes de cette liqueur employés par 0,09 (l'équivalent de l'acide lactique est 90), on a l'acidité de 10 centimètres cubes de bière, exprimée comme si elle était entièrement due à l'acide lactique. L'acide acétique est généralement en proportion moindre que le précédent.

Altérations spontanées. — Corrections de la bière. — La bière est, en somme, une liqueur délicate, facilement acccessible à des maladies qui sont presque toutes graves, parce qu'il n'est pas de correctif qui lui rende ses propriétés premières ou même en fasse quelque chose de potable. Ces maladies sont essentiellement dues à des ferments étrangers.

Les bières de fermentation basse sont fréquemment atteintes du « *goût vineux* », qui ne les rend pas insalubres, mais fait perdre au produit son cachet; c'est au moins une défectuosité. Elle est due au mélange avec la levûre alcoolique d'une variété spéciale de levûre, le *Saccharomyces Pastorianus*.

Les bières *acides*, *aigres*, *piquées*, son telles par le fait du développement du ferment acétique. On les corrige (mal) par l'addition de bicarbonate de soude, 50 grammes par hectolitre environ. Il faut les coller ensuite et les consommer sans retard.

Les bières *filantes*, *visqueuses*, *vertes*, ont été envahies par la fermentation visqueuse ; on les traite par le tannin (8 à 10 grammes par hectolitre) ou le cachou (25 grammes par hectolitre).

Les bières *putrides* doivent être jetées au ruisseau. Il conviendrait d'en faire autant des bières *moisies*.

La bière peut encore avoir le *goût de levûre*, le goût de *soufre*, de *poix*, etc., par suite d'une préparation inhabile et en raison du traitement des tonneaux par la poix, la résine, l'acide sulfureux.

On vernit ou l'on goudronne les tonneaux dans lesquels la bière doit être conservée; c'est le moyen d'éviter l'action des ferments logés dans les pores du bois. Il est encore mieux de remplacer, partout où c'est possible, dans l'outillage de la brasserie, le bois par les métaux, le verre, en prenant les précautions nécessaires pour éviter l'introduction, dans la liqueur, de sels de métaux toxiques. Les soudures au plomb sont particulièrement redoutables.

Les *antiseptiques* appliqués à la conservation de la bière sont le *bisulfite de chaux* et, d'une façon plus répandue, l'*acide salicylique*, sur les propriétés duquel nous nous sommes arrêté suffisamment. Ni l'un ni l'autre ne sont tolérables.

Le chauffage (*pasteurisation*) à 55-60 degrés, essayé par Velten, réussit moins sur la bière que sur le vin; il en altère la finesse de goût.

Succédanés du malt et du houblon. Falsifications. — La bière est, moins encore que le vin, une substance définie dont les éléments doivent rester invariables sous le rapport de la quantité ou de la qualité. Toutefois, la fabrication intentionnelle de mauvais produits n'est pas très commune *de la part des brasseurs*, qui ont intérêt à étendre leur clientèle et sont d'abord, en général, leurs propres clients. Lorsque le consommateur *chez le débitant* rencontre une boisson frelatée, c'est qu'il s'est accompli des opérations de seconde main, dont l'usinier primitif n'est pas responsable. Ce que les brasseurs recherchent, c'est le moyen d'obtenir à moins de frais une boisson plus alcoolique, plus flatteuse à l'œil et au goût, d'une conservation plus sûre. On y arrive par des substitutions plutôt que par des falsifications véritables. Mais ces substitutions ne sont pas toujours indifférentes pour la salubrité de la bière.

1. *Succédanés du malt d'orge.* — Les succédanés les plus légitimes du malt sont le maïs, le riz, le blé, etc., crus et moulus, ou convertis aussi en malt, c'est-à-dire germés et desséchés à la chaleur, précaution particulièrement nécessaire pour le maïs, qui renferme une huile que la germination lui enlève. Le plus souvent, on ne se sert de ces malts que pour en additionner le malt d'orge, dans les années de cherté de cette dernière.

La *fécule de pommes de terre*, substituée en tout ou en partie au malt, paraît d'un usage assez rationnel, à condition que l'on remplace la diastase par quelque autre ferment. Elle serait, à coup sûr, très économique. Aussi l'a-t-on essayée en Allemagne, avec l'assentiment de quelques-uns et la réprobation de beaucoup d'autres. Il est probable que la vérité est du côté des derniers. Outre que la fécule de pommes de terre n'apporte point de matière azotée, elle fournit un alcool dangereux, comme on le dira.

Il est à remarquer que l'emploi d'un amidon quelconque, en guise de malt, est au moins supérieur à l'emploi des mélasses et des sucres en ce que tout amidon fournit, en même temps que le glucose, de la dextrine, dont la lenteur de fermentation a son importance.

Pour les bières destinées à une consommation très prochaine, il serait possible d'employer sans inconvénient appréciable du *glucose* ou du *sirop de glucose*, si le commerce les fournissait purs, comme le sucre de raisin par exemple. Mais celui-ci est beaucoup trop cher ; l'industrie de la bière a recours au glucose provenant de la fécule, que les procédés chimiques ne savent pas encore purifier convenablement d'une façon économique. Ce glucose conserve toujours un peu de l'acide sulfurique qui a servi à la fabrication, du chlorure ou du sulfate de soude ou de magnésie, que l'on retrouve dans les cendres. Les Lillois trouvent un je ne sais quoi de *sec* à la bière de glucose. — A l'expertise, s'il y a, dans la bière, plus de glucose que de dextrine, c'est qu'on a ajouté du premier.

On emploie pourtant le glucose à Berlin (Sell), à Paris, à Lille. A Berlin, des brasseries en renom le font contribuer dans la proportion de 70 p. 100 à la transformation en alcool. En Angleterre, l'impôt sur le sucre de fécule, qui rapportait au fisc, en 1869, 113,600 francs, élevait cette somme à près de 2 millions et demi en 1872. Dans les États allemands, à l'exception de

l'Alsace-Lorraine, de la Bavière, de Bade et du Würtemberg, sur 12,701 brasseries, 1629 payaient l'impôt, en 1875, pour des matières de substitution au malt. Il se dépensait 68,779 quintaux de succédanés contre 8,743,788 quintaux de malt de céréales. La part de Berlin seul, dans cet impôt, était de 77,000 francs (Sell).

Les expériences d'A. Schmitz (de Bonn) ont démontré les effets nuisibles du résidu de la fermentation du sucre de pommes de terre ajouté aux boissons selon le procédé de Gall. Les essais contradictoires de v. Mehring n'en détruisent pas la signification, bien qu'ils mettent en vue, de leur côté, l'influence des alcools supérieurs développés de ce glucose.

2. *Succédanés du houblon.* — La substitution à cet élément, de tout ce qui n'est pas du houblon, est une fraude, lors même qu'il ne s'agirait pas d'une substance insalubre. Il n'est pas rare que la substance employée, simplement amère, soit inerte au point de vue des actions de précipitation et de conservation que le houblon possède; ce qui est déjà une façon de nuire par défaut. Mais quelquefois la substance de remplacement est positivement toxique et le consommateur n'est protégé que par la faiblesse des doses. Rappelons que le *lupulin* est tonico-excitant, amer, narcotico-sédatif, agissant particulièrement sur le sens génital.

On remplace le houblon jeune par le *houblon vieux*, dans les années où la récolte, peu abondante, fait hausser le prix de la marchandise.

On a cherché à préparer, dans les années de bonne récolte, un « extrait de houblon » qui puisse se retrouver dans les moments de pénurie. Il n'y a rien à dire contre ce succédané s'il est réellement fabriqué avec du houblon et s'il n'a pas altéré les éléments essentiels du houblon.

Les substitutions les plus ordinaires, selon Wittstein (de Munich), se font avec : acide picrique, noix vomique, brucine, strychnine), bulbes de colchique (colchicine), coloquinte, coque du Levant (picrotoxine), aloès, absinthe, racine de gentiane, ményanthe, bois de quassia. Hager a constaté dans quelques bières la présence de la buxine (du buis); Ch. Girard, le fiel de bœuf dont 1 à 2 grammes par litre donnent une amertume prononcée à la bière. Sell mentionne : l'écorce de saule, le piment (*Capsicum*), la jusquiame, la belladone, le chardon bénit (*Cnicus benedictus*), la petite centaurée, etc. Beaucoup de ces substances sont des poisons énergiques; mais, si l'on songe que la présence d'un demi-milligramme de strychnine dans un litre de bière lui communique une amertume insupportable, on soupçonne que le tort le plus grave que ces substitutions puissent causer aux consommateurs consiste toujours à les priver du houblon et de son action bienfaisante. Pourtant les administrations font bien de ne les point tolérer. Un acte du Parlement anglais a fixé une amende de 200 livres sterling pour le brasseur qui emploie la coque du Levant et de 500 livres pour le droguiste qui la vend au brasseur.

Selon Dietzsch, pour reconnaître *in globo* que la bière renferme un succédané du houblon, sans déterminer lequel, on traite la bière par une solution d'acétate de plomb jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de précipité. On laisse reposer. Si la liqueur redevenue limpide ne possède plus aucune amertume, c'est que la bière ne renfermait que du houblon; le principe amer de celui-ci étant le seul que l'acétate de plomb précipite.

3. *Addition de glycérine.* — Beaucoup de brasseurs ajoutent à la bière,

après la fermentation, 0lit,50 à 1 litre de glycérine par hectolitre, pour adoucir l'amertume de cette boisson, lui donner du corps et du moelleux. Il y a, normalement, de 2 à 3 p. 1000 de glycérine dans les bonnes bières de garde. L'addition de glycérine à la bière comporte les mêmes observations que cette pratique a suggérées à propos du vin (Voy. page 1031).

Usage de la bière. — La moyenne de consommation de la bière était, au temps des travaux de Lunier :

En France	21 litres	par	habitant.
Bavière	219 —		—
Belgique	182 —		—
Wurtemberg	154 —		—
Angleterre	139 —		—

La consommation a certainement de beaucoup augmenté dans notre pays depuis cette époque. En effet, en prenant pour point de départ la comsommation de Munich, qui est de 400 litres par tête et par an, nous trouvons, en France, que l'on buvait, en 1886, 301 litres de bière par tête et par an, à Lille; 238 à Saint-Pierre-Calais; 234 à Saint-Quentin; 220 à Roubaix-Tourcoing; 145 à Dunkerque; 100 à Amiens; 78 à Boulogne-sur-Mer; 48 à Nancy; 39 à Reims, etc. Paris est au-dessous de 15 litres, avec Rouen, Toulouse, Bordeaux, Orléans, Marseille, Tours, Lyon, Limoges, Clermont-Ferrand, etc.

La bière, dit Lunier, peut être considérée comme une boisson de premier ordre et qui ne le cède qu'au vin de bonne qualité. Elle apaise la soif, tout en épargnant à l'économie les sueurs abondantes, grâce à ses principes toniques et à l'alcool. Celui-ci n'est pas en assez forte proportion dans la bière ordinaire pour qu'il soit facile d'arriver à l'ivresse; l'alcoolisme aigu ou chronique n'apparaît chez les buveurs de bière qu'autant qu'ils font usage des bières fortes ou que, suivant une coutume trop répandue, ils associent l'eau-de-vie à la bière. Dans le Nord, il est de tradition qu'il faut absolument un verre de genièvre pour « faire couler » la bière. C'est la même chose en Belgique. A vrai dire, cette fâcheuse habitude est quelque peu sollicitée par les bières plates et fades dont l'industrie inonde le pays. Il y a des bières moins saines que d'autres; la bière au glucose renferme des alcools particulièrement offensifs. Mais il ne faut pas généraliser l'accusation, et mettre uniformément au compte d'une fabrication déloyale ou malhabile ce qui est souvent le simple résultat d'un excès considérable, de l'intervention de l'eau-de-vie, ou même du milieu atmosphérique, plein d'émanations de gaz d'éclairage et de fumée de tabac, où l'on consomme surtout la bière, en Allemagne, en Flandre, et même à Paris.

La bière est plus nourrissante que le cidre et même que le vin, en raison de sa richesse en extrait, de ses matières albuminoïdes et hydrocarbonées, de ses sels. A hautes doses habituelles, elle pousse à l'embonpoint et à l'obésité; il est possible que la dilatation de l'estomac, provoquée par l'ingestion à grands traits d'une boisson gazeuse et chargée d'extrait, agisse mécaniquement dans le sens du développement de l'abdomen.

L'ivresse de bière, a-t-on dit, est stupide, comparée à celle du vin, qui

est gaie et bruyante. Ce caractère pourrait être mis au compte de l'huile essentielle du houblon s'il n'était apparent, comme il a été dit, que l'ivresse de bière est souvent de l'ivresse d'eau-de-vie, combinée au *tabagisme.*

En raison de l'action sédative du houblon et de la faible alcoolisation de la bière, cette boisson paraît convenir mieux que le vin aux personnes nerveuses ou à tempérament bilieux. On dit qu'elle favorise la lactation; elle peut donc être préférée au vin pour les nourrices.

Elle agit sur les organes génito-urinaires, en vertu des proprietés du houblon, mais évidemment aussi par le fait que, prise toujours en assez grande quantité, elle est diurétique par augmentation de pression vasculaire. Cet effet a été, avec une certaine justesse, reporté par Rintaro Mori, à l'alcool, qui, comme l'a démontré Tappeiner, est absorbé avec une grande rapidité par l'estomac, entraîne aussi l'absorption du sucre et des sels et, lorsqu'il est accompagné d'une quantité d'eau notable, détermine la polyurie pour la même raison. L'alcool, d'ailleurs, renforce l'action du cœur et, par suite, augmente la pression sanguine et la quantité d'urine, en même temps qu'il relâche les vaisseaux rénaux et irrite directement l'épithélium rénal (Schröder).

On sait que la bière jeune et abondante passe pour produire une blennorrhagie particulière (la chaude-pisse *biéreuse*). Lintner attribue ce fâcheux effet à la résine du houblon. Quoi qu'il en soit, la bière jeune, incomplètement fermentée, renfermant encore un excès de levûre qui n'a pas produit son effet, a été accusée par E. Strauss, Grohe, Burkhardt, de provoquer de la diarrhée, du vomissement, de la fièvre, de la sueur, symptômes d'une *mycose intestinale* peut-être, et dans tous les cas d'une inflammation catarrhale de l'estomac, par la végétation de *Saccharomyces cerevisiæ* dans ce viscère. Les remarquables expériences de Simanowsky (de Saint-Pétersbourg), à l'Institut d'hygiène de Munich, semblent confirmer cette étiologie, que Pettenkofer, toutes fois, ne voudrait pas, en pratique, étendre au-delà de la bière troublée par la levûre (fermentation incomplète).

Il y a, sans doute, dans les observations scientifiques qui précèdent, de quoi s'expliquer une partie des *néphrites* et des *dilatations* de l'estomac des gens du Nord.

La meilleure manière d'user de la bière, chez les particuliers, est de la consommer en bouteilles; parce que les petites provisions comportent aussi de petits fûts, légèrement fabriqués, mal vernis, et favorables à l'altération de la bière. Dans les établissements publics, brasseries, estaminets, cafés, où la consommation est large, on peut avoir de petits fûts, qui se montent parfois dans la salle même de consommation et sont assez rapidement vidés pour que la liqueur n'ait pas le temps de se modifier. Mais un procédé moderne et qui se généralise permet aux débitants de tenir la bière dans des fûts grands et solides, qui ne quittent pas la cave, et où la boisson conserve ses propriétés et sa température fraîche. Nous voulons parler des « pompes à pression. »

Pompes à pression de la bière. — Cet appareil se compose d'une pompe foulante qui comprime de l'air (de la cave) dans une caisse métallique, d'où il est conduit par un tuyau jusqu'au tonneau qui renferme la bière. Un autre tuyau sert à

l'écoulement du liquide chassé par l'air refoulé et qui peut ainsi s'élever jusqu'à l'étage où se tiennent les buveurs; il suffit de tourner un robinet pour en remplir les verres.

Cette pratique a été l'objet d'assez vives controverses, auxquelles elle résiste d'ailleurs fort bien.

La pression permet de laisser le tonneau de bière, immobile, à la cave; par conséquent, assure à la boisson une température égale, fraîche si la cave est bonne, et une limpidité plus parfaite qu'elle ne l'aurait dans un tonneau déplacé. Elle retient l'acide carbonique dans la bière, même quand le tonneau est vidé en partie; elle exerce donc une action conservatrice. Il s'ensuit que le débitant peut user de grands tonneaux, à parois épaisses et bien vernies. Enfin, l'incorporation de gaz donne quelque chose d'agréable et de stimulant aux bières faibles et même plates.

La plupart de ces avantages servent plus les intérêts du débitant que ceux du consommateur. C'est un assez bon moyen d'écouler des bières médiocres sans que le client se plaigne. Sell a constaté que les vieux Bavarois prisent médiocrement la haute collerette d'écume que leur offre le nouveau procédé.

Un reproche plus sérieux est qu'il y a échange, en vertu des lois de la diffusion, entre l'acide carbonique de la bière et l'air de la cave. A la vérité il en est ainsi dans tout autre procédé de vidange des tonneaux ; mais, ici, l'échange dure en raison de la capacité des fûts. On a cherché à remplacer l'air comprimé par l'acide carbonique lui-même ; mais l'expérience a condamné cet essai; on a reconnu que les acides impurs, employés à la fabrication de CO^2, y mêlaient volontiers de l'arsenic. Il faut tourner la difficulté en assurant l'arrivée jusqu'à la bière d'un air parfaitement pur.

Les moyens adoptés dans ce but préviennent également l'accusation qu'il est imprudent d'incorporer à la bière l'air de la cave, si semblable à l'air du sol. Quelques-uns ont disposé l'appareil de façon à prendre l'air sur les toits. Il est plus simple d'adapter à l'entrée de la prise d'air un filtre d'ouate. On a encore conseillé d'installer entre le tonneau et la caisse à air une soupape qui empêche la buée des fûts de rentrer dans celle-ci.

On doit exclure formellement de la construction des appareils à pression tout autre métal que l'*étain pur* et leur assurer un *lavage facile*, exact et fréquent. Ce n'est point trop de les laver à l'eau chaude une fois chaque jour et, à des intervalles plus longs, d'y faire passer un courant de vapeur chaude. Sincholle a construit un appareil tout exprès pour ce nettoyage à la vapeur.

Bibliographie. — List (F.). *Der sogenannte « Hamburger Sherry »* (Archiv f. Hygiene, I, p. 500, 1883). — Guyot (P.). *Nouvelle falsification de la bière* (Répertoire de pharmacie, n° 11, 1884). — Egger (E.). *Beitrag zu den Studien über das Verhältniss von Alkohol zu Glycerin im Biere* (Archiv f. Hyg., II, p. 254, 1884). — Röse. *Ueber den qualitativen Nachweis der Salicylsäure im Bier und Wein* (Archiv f. Hyg., IV, p. 127, 1886). — Simanowsky (N.-P.). *Ueber die Gesundheitsschädlichkeit hefetrüber Biere und über den Ablauf der künstlichen Verdauung bei Bierzusatz* (Archiv f. Hyg., IV, p. 1, 1886). — Sendtner (Rud.). *Condensed Beer* (Arch. f. Hyg., VI, p. 85, 1887). — Mori (Rintaro). *Ueber die diuretische Wirkung des Biers* (Archiv f. Hyg., VII, p. 354, 1887).

3° **Le cidre**. — Le cidre est une boisson alcoolique consommée vulgairement dans le nord-ouest de la France. Le terme est devenu presque générique et signifie également le cidre de pommes (*pommé*) et celui de poires (*poiré*), dont la production est, d'ailleurs, bien moins importante que celle du premier et l'usage moins salubre.

Il est produit, moyennement, 11 millions d'hectolitres de cidre par an en France (valeur : 10 francs l'hectolitre). On en boit 470 litres par habitant, à Lamballe (Côtes-du-Nord), 325 litres à Saint-Malo, 243 litres à Rennes, 227 à Caen, 219 à Alençon, 91 à Rouen, 34 à Chartres. A Paris, la consommation annuelle est de 500,000 hectolitres.

Fabrication du cidre. — Il se fait avec des pommes appartenant à des variétés spéciales et qui n'ont presque rien de commun avec celles qui paraissent sur nos tables. La qualité, le bon état de ces pommes ont une grande importance. On associe habituellement : des pommes *douces*, des pommes *amères* et des pommes *acides ;* les pommes amères sont les plus nécessaires ; elles donnent un jus dense, qui fermente longuement, et un cidre généreux, de garde.

Les pommes, grossièrement broyées, sont mises à *cuver* pendant vingt-quatre heures au plus, puis portées au pressoir ; le premier moût qui s'écoule donnera le *gros cidre*, très alcoolique, rarement consommé pur. On défait ensuite la motte pressée et l'on arrose le marc d'une quantité variable d'eau ; ce marc est pressuré à nouveau et fournit le *petit cidre* qui, mélangé au gros cidre, constitue le *cidre mitoyen*, ou cidre de ménage. Le moût, sorti du pressoir, est mis à fermenter, soit à l'air (à Jersey), soit dans des tonneaux, dont la bonde reste ouverte. Une fermentation très tumultueuse s'empare de la liqueur, le cidre *bout*, et une écume jaunâtre s'échappe par la bonde. Au bout d'environ un mois, quand la densité est à 1035 ou 1042, on soutire le cidre par en haut, au siphon, dans des fûts où l'on a fait brûler un peu d'alcool et où l'on ajoute 1 kilogramme de *cachou* pour 1,600 litres de cidre. La fermentation continue avec calme, à bonde libre. On ferme quand la densité est réduite à 1022.

Hauchecorne a trouvé dans les jus de pommes renommées : eau 800 p. 1000 ; sucre alcoolisable 173 ; mucilage 12 ; tannin 5 ; albumine 5 ; etc.

D'autre part, Boussingault assigne au cidre la composition ci-dessous :

	Volume.	Poids.
Alcool absolu	71,3	69,95
Sucre interverti		15,40
Glycérine et acide succinique		2,58
Acide carbonique	136,0	0,27
— malique		7,74
— acétique		traces.
Matière gommeuse		1,41
Potasse		1,55
Chaux, chlore, acides phosphorique et sulfurique		0,20
Matière azotée		0,12
Eau		920,78
		1020,00

Rabot indique le rapport suivant, qu'il faut retenir en vue des falsifications :

Alcool	50 à 60 par litre.
Extrait	30 —
Cendres	2,8 —

Pour conserver le cidre, si on ne le met pas en bouteilles, il faut se ser-

vir de petits fûts, bien nettoyés et soufrés, et le tenir dans des caves à température faible et constante. Le *chauffage* pourrait être appliqué avantageusement à cette boisson.

Le cidre devient âpre et piquant par l'âge; on dit qu'il est *paré*. Chez les Normands, qui emploient d'habitude l'eau sale des mares (à dessein) pour la fabrication du petit cidre, ce terme s'applique au cidre amer et acide, c'est-à-dire à peu près gâté. Ce liquide renferme des acides acétique et butyrique et donne la diarrhée.

On met quelquefois le cidre dans des tonnes qui ont contenu de l'huile d'olives. Girardin conseille même de verser une mince couche d'huile à la surface du liquide, pour empêcher l'accès de l'air et, par conséquent, supprimer l'action des ferments qui déterminent les transformations fâcheuses.

Altérations et falsifications du cidre. — Le cidre se *trouble* ou reste trouble, quand les fruits ont été de mauvaise récolte, par insuffisance de fermentation alcoolique. Girardin a conseillé d'y ajouter, en pareil cas, un peu de cassonade et de levûre.

Le cidre *file*, devient visqueux et gras : cette maladie guérit très bien par les astringents; 25 grammes de cachou par hectolitre tuent le ferment visqueux.

Le cidre noircit et *se tire*, par excès de sels alcalins; on les sature par l'acide tartrique, 20 grammes par hectolitre.

La *pousse* se montre au commencement de l'été. On l'arrête par le transvasement dans un tonneau soufré.

Les *fleurs* sont dues à l'action de l'air, dans les tonneaux mal bouchés. En remplissant exactement le fût, elles se perdent par la bonde.

Le cidre s'altère encore jusqu'à la *putridité*. A ceci il n'y a pas de remède et il ne reste qu'à faire couler le liquide au ruisseau.

En dehors de l'addition d'eau et de celle d'alcool, que l'on peut soupçonner assez difficilement (Lailler), à cause des grandes oscillations du poids de l'extrait et des variations normales dans la qualité des cidres, les deux *falsifications* les plus communes sont : 1° la sophistication par les terres calcaires, craie, cendres, faite en vue de saturer les acides ; 2° l'addition de sels de plomb, litharge, céruse, usitée pour combattre l'amertume de la liqueur. Pour reconnaître la chaux et la soude, Chevallier décolore le cidre par le charbon animal et évapore à siccité ; il reprend le résidu par l'alcool, qui dissout les acétates ; ceux-ci étant séparés des autres sels, on évapore de nouveau l'alcool et l'on détermine par les procédés ordinaires quelle est la base de ces acétates. — On évapore de même pour reconnaître le plomb ; on incinère le résidu et on le traite par l'acide azotique ; après avoir évaporé de nouveau pour chasser l'excès d'acide, on dissout les azotates par l'eau ; il est facile d'y constater l'azotate de plomb.

Les fabricants de cidre (Ch. Girard) ont suivi les errements des marchands de vin. Les fermiers de la Basse-Normandie pratiquent deux opérations : ou bien ils ajoutent au cidre une proportion d'eau variant d'un

tiers à un quart, ou bien ils ajoutent à un tiers de bon cidre deux tiers d'une eau dans laquelle on a fait bouillir du houblon, des raisins, de la betterave, ce qui n'empêche pas un nouveau mouillage chez le débitant. On augmente alors la quantité d'alcool soit par vinage direct, soit en ajoutant de la mélasse, du miel, du glucose du commerce.

A Paris, les poires sèches, les pommes avariées sont employées à fabriquer un cidre qu'on mêle aux précédents ou que l'on vend tel. Comme il est difficile à conserver, c'est celui-là qu'il faut bien traiter par le bisulfate de chaux, les acides salicylique, benzoïque, les sels de plomb.

Outre la recherche directe de ces prétendus éléments de correction, Ch. Girard indique comme critérium général de la légitimité du cidre la *conservation des rapports* entre les éléments essentiels, qui a déjà été conseillée pour l'expertise des vins (Voy. plus haut).

Usage du cidre. — Le cidre, on a pu en juger par sa composition, est une boisson assez inférieure, à laquelle de mauvais procédés de fabrication donnent encore une infériorité plus marquée. La lutte actuelle de la vigne contre le phylloxéra ne parvient pas à lui donner une importance sérieuse. Lunier a montré que la consommation d'eau-de-vie et que les ravages de l'alcoolisme atteignent leurs chiffres les plus élevés dans ceux de nos départements où le cidre est la boisson ordinaire; c'est que, comme les bières plates, le cidre froid et sans vigueur sollicite l'usage de l'eau-de-vie pour aider l'estomac à se débarrasser d'un liquide à peu près inerte par lui-même.

Même dans des conditions passables, le cidre fatigue l'estomac et l'intestin. Les buveurs novices ont la diarrhée au premier pot de cidre. Il ne faut pas confondre cette diarrhée et la colique qu'elle suppose, avec la colique profonde, persistante, extrêmement douloureuse, que Houssard (d'Avranches) appelait « colique végétale », pensant devoir la distinguer de la colique de plomb. On sait aujourd'hui combien sont douteuses ces coliques avec convulsion intestinale et constipation, qui ne seraient pas la colique saturnine. Si le patient ne l'a pas prise à quelque cidre traité par la litharge ou la céruse, sophistication assez commune, il peut la tenir des pots en étain impur dans lesquels on tire volontiers le cidre et sur lesquels les acides de la liqueur agissent avec rapidité.

Cette circonstance appelle au moins certaines précautions dans la manière d'user de cette boisson, déjà médiocre par elle-même.

4° **Les esprits, eaux-de-vie et liqueurs.** — Nous avons l'intention de fixer ici un certain nombre de notions relatives à l'usage de boissons spiritueuses qui ont, pour l'hygiène, ce caractère commun de n'être essentiellement que de l'alcool (il faudrait dire : *des alcools*) et de l'eau, avec un parfum dont le rôle est tout extérieur, mais sans aucun des éléments *extractifs* qui donnent quelque valeur alimentaire au vin, à la bière, au cidre. Toutes doivent ce caractère à l'opération qui les sépare de la gangue de fermentation, à savoir, la *distillation*. Il résulte du même fait qu'outre

leur privation d'extrait, elles représentent toujours de l'alcool bien moins dilué qu'il ne l'est dans le vin, la bière, le cidre.

La distillation porte sur des liquides alcooliques, vin, bière, cidre, poiré ; — sur les marcs de raisins, le moût d'orge, de betteraves, de pommes de terre, de grains quelconques, après fermentation ; sur les fruits, les tiges et les racines sucrées, dans des conditions semblables. Les alcools de vin, de cerises, de canne à sucre, sont dits *alcools bon goût;* ceux de grains, de betteraves, de mélasse, *alcools mauvais goût.* L'industrie fabrique de ceux-ci des quantités énormes (*alcools d'industrie*), que l'on *rectifie* pour leur enlever des essences d'un goût détestable.

On appelle plus particulièrement *eaux-de-vie* les produits qui renferment de 38 à 61 p. 100 d'alcool, soit qu'on les ait obtenus directement, soit qu'on ait ajouté de l'eau aux alcools rectifiés. Le titre d'*esprits* est donné aux liquides renfermant plus de 61 p. 100 d'alcool (trois-cinq, trois-six, trois-huit).

La richesse en alcool de ces liquides se mesure, soit avec le *liquomètre* de Musculus, soit à l'aide des *aréomètres* Baumé et Cartier, soit au moyen de l'*alcoomètre* de Gay-Lussac, dont les degrés expriment la proportion d'alcool p. 100 que contient la liqueur à la température de 15°. Voici, d'après Girardin, la proportion d'alcool de diverses eaux-de-vie et d'esprits, avec la correspondance en degrés Cartier :

DÉNOMINATIONS COMMERCIALES.	DEGRÉS CARTIER.	DEGRÉS GAY-LUSSAC.	DENSITÉ.
Eau-de-vie faible	16°	37°,9	0,957
Genièvre	18 ,5	47 ,3	0,941
Wiskey d'Irlande. — Rhum de la Jamaïque	19	49 ,5	0,938
Eau-de-vie (preuve de Hollande)	19 ,25	51	0,936
Double Cognac	22 ,10	59 ,2	0,918
Esprit trois-cinq	29	78	0,869
— trois-six	33	85 ,1	0,851
— trois-sept	35	88 ,5	0,840
Alcool rectifié	36	90 ,2	0,835
Esprit trois-huit	37 ,5	92 ,5	0,826
Alcool à 40°	40 ,0	95 ,9	0,814
— absolu	44 ,10	100	0,794

SUBSTANCES DISTILLÉES. — *Le vin.* — On distille, ou plutôt on distillait les vins de médiocre qualité pour en faire les *esprits de Montpellier.* Aujourd'hui, l'on préfère viner, avec les eaux-de-vie du Nord, ces vins faibles et les vendre sous cette forme. Les eaux-de-vie supérieures, Charente, Provence, Armagnac, s'obtiennent de la distillation de vins vieux et particulièrement de vins blancs, dans lesquels la pellicule du raisin contribue encore au bon goût du produit. L'eau-de-vie est naturellement incolore; elle jaunit par son séjour dans les fûts en bois de chêne. Elle se dépouille en tonneaux et perd de son alcool.

Le marc de raisin. — L'eau-de-vie de marcs, très appréciée dans l'Est de la France, a un fumet tout particulier, qui lui ôte beaucoup de valeur. Lunier la traite de produit « détestable ». Elle renferme une huile essentielle hydrogénée, *huile de pépins de raisins*, dans laquelle on trouve de l'alcool heptylique ou œnanthylique ($C^7H^{16}O$), de l'alcool octylique ou caprylique ($C^8H^{18}O$), et, d'après Wurtz,

de l'alcool caproïque ($C^6H^{14}O$), sans préjudice de l'alcool propylique (C^3H^8O), de l'alcool amylique ($C^5H^{12}O$), etc. (Dujardin-Beaumetz et Audigé). L'observation directe (Basset) lui attribue des effets particulièrement funestes, que ne dément point la méthode expérimentale.

Le cidre et le poiré. — La production d'eau-de-vie de cette provenance est peu importante. C'est, du reste, une boisson aussi suspecte que la précédente. Elle contient, outre l'alcool éthylique, une certaine quantité d'alcools propylique, butylique, amylique, et, selon Basset, des acides malérique et cyanhydrique, du cyanhydrate d'ammoniaque et de l'essence d'amandes amères.

Les fruits. — On en distille une très grande variété ; les fruits à noyaux sont particulièrement recherchés pour cet usage, en raison de l'essence et de l'acide cyanhydrique que ces noyaux mêlent au produit. Dans le Doubs, les Vosges, la Haute-Saône, Meurthe-et-Moselle, on fabrique une certaine quantité d'eau-de-vie de cerises, de quetsches, de mirabelles, d'airelles et même de prunelles sauvages. On connaît à l'étranger la réputation du *Kirschwasser* de la Forêt-Noire, fabriqué avec des cerises de bois, d'une petite espèce ; du *Slibowitz* de Hongrie, que fournissent de petites quetsches. L'eau-de-vie d'airelles est également fabriquée à Bade et dans le Wurtemberg. Ailleurs, on distille les baies de genièvre, qui communiquent à l'eau de-vie un fort bouquet de térébenthine. Mais, d'ordinaire, la liqueur connue sous le nom de *genièvre*, *Skidam* de Hollande, n'est que de l'eau-de-vie de grains qui a distillé sur des baies de genièvre. Il est même possible que quelques fabricants aromatisent simplement ces eaux-de-vie avec de l'essence de térébenthine. Enfin d'autres vendent l'eau-de-vie de grains toute naturelle et l'appellent tout de même *genièvre*. Nous ne doutons pas que ces procédés flamands n'aient leur pendant en Angleterre à l'égard du *gin*.

Autant que nous ayons pu être renseigné, c'est d'une façon analogue que l'on obtient le *kummel*, en faisant passer une eau-de-vie de qualité variable sur des semences de carvi. On n'a qu'à ajouter du sirop pour avoir une liqueur.

Il ne paraît pas que les chimistes et les expérimentateurs se soient exercés sur les eaux-de-vie de fruits, dont la constitution apparemment doit différer de celle de l'alcool de vin et peut avoir une influence notable sur les effets de l'ingestion de ces eaux-de-vie chez les consommateurs. Ce qui compense cette lacune, c'est que la production de ces liqueurs, en France du moins, reste dans des limites assez étroites.

Les grains. — La distillation des grains, particulièrement du seigle, a pris une énorme extension en France, dans les départements de la Côte-D'or, du Pas-de-Calais, de Seine-Inférieure et surtout dans celui du Nord, où les céréales sont de médiocre qualité en tant que denrées alimentaires. En 1873, la production était de 86,680 hectolitres.

L'eau-de-vie de grains s'appelle *skidam* en Hollande, *Gold-Wasser* à Dantzig ; *wisky* en Écosse et aux États-Unis, *arack* (du riz) dans le Turkestan, etc. Le wisky provient, en Écosse, de la distillation de l'avoine.

Dans la fabrication, le premier liquide qui passe porte le nom de *flegmes*. Il renferme de nombreuses substances étrangères et en particulier des huiles empyreumatiques odorantes, désagréables, dont on débarrasse les flegmes par des distillations répétées.

Les alcools de grains renferment, outre l'alcool éthylique, de l'aldéhyde et de l'acide acétique, dont il est facile de les débarrasser ; de plus, des quantités variables d'alcools propylique, butylique et amylique, ainsi que les éthers et les acides de ces alcools. Mulder, Kolbe, Glassfort et Rowney y signalent encore

l'éther œnanthique, une huile très odorante ($C^{24}H^{34}O$), des acides œnanthique, margarique, caprylique et caprique (Dujardin-Beaumetz et Audigé).

En Suède et Norwège, en Écosse (Paul Bert), où la consommation d'eau-de-vie de grains est habituelle, les ravages de l'alcoolisme sont effrayants. Les expériences de Dujardin-Beaumetz et Audigé ont donné la mesure de la haute toxicité de ces produits.

La pomme de terre. — Très importante en Allemagne et en Irlande, la production d'eau-de-vie de pommes de terre est encore assez restreinte en France (10,254 hectol. en 1873). Cette fabrication, comme la précédente, donne lieu à des *flegmes* et à des alcools rectifiés. Les premières renferment beaucoup de substances impures ; les alcools butylique et amylique, d'autres alcools plus hydrocarburés, des acides gras volatils et des produits huileux, parmi lesquels une huile essentielle, qui est un poison violent (Dujardin-Beaumetz). Les désastres observés en Suède, où ils continuent d'ailleurs, par Magnus Huss, sont dus à la grande consommation, dans ce pays, d'eau-de-vie de pommes de terre.

La betterave et la mélasse de betteraves. — Il se fabrique, en France, 1 million et demi d'hectolitres d'alcools de cette provenance ; 630,000 hectol. avec le moût de betteraves ; 750,000 hectol. avec la mélasse. Les départements du Nord ont presque le monopole de ces dangereux produits.

Comme la distillation des grains et de la pomme de terre, celle du moût ou de la mélasse de betteraves donne d'abord des flegmes et il faut soumettre le premier liquide à une série de rectifications. Ces alcools, très toxiques (Ch. Girard), renferment, en outre, des alcools amylique, propylique, butylique, des acides gras libres, pélargonique, caprylique, caprique, et les éthers correspondants.

Mélasse de cannes à sucre. — C'est avec elle que l'on fait, aux Antilles, le rhum et le tafia.

Garance. Gentiane. — Dans le département de Vaucluse, il se distille annuellement 7,500 hectol. d'eau-de-vie de garance. Dans le Doubs, le Jura et l'Ain, une trentaine d'hectolitres d'eau-de-vie de gentiane.

Les villes de France consommaient, en 1886, par tête et par an : Caen, 17 litres d'alcool ; Versailles, 16^{lit},88 ; Rouen, 16,60, le Havre 15,20 ; Saint-Pierre-Calais, 13 ; Boulogne, 12,90 ; Amiens, 12,10 ; le Mans, 10,30 ; Rennes, 10 ; Lorient, 10,40 ; Paris, 6,50. Les autres villes, pour la plupart, entre 2 et 5 litres.

Les départements français qui consomment le plus d'eau-de-vie ou esprits sont ceux qui boivent le moins de vin : Seine-Inférieure, Somme, Aisne, Mayenne, Calvados, Eure, Pas-de-Calais, Finistère, Nord. Réciproquement, ceux qui en consomment peu ou point sont les départements vinicoles : Hérault, Gard, Aude, les Charentes, Gers, Pyrénées-Orientales, Tarn-et-Garonne, qui, du reste, produisent aussi essentiellement les eaux-de-vie de vin. On ne saurait trouver un argument plus éloquent en faveur de la culture et de l'usage du vin naturel.

Liqueurs proprement dites. — La plupart des boissons qui portent le nom de *liqueurs* sont préparées avec des trois-six (liqueurs ordinaires) ou des alcools commerciaux (liqueurs fines), mélangés de 1 à 2 parties d'eau et de 125 à 375 grammes de sucre, avec addition d'une essence qui est destinée à caractériser la marchandise. Elles ont la même influence hygiénique que les alcools qui sont entrés dans la préparation. Il est naturel que les fabricants ne recourent pas aux eaux-de-vie qui ont par elles-mêmes une valeur au moins égale à celle que pourra atteindre la liqueur.

Quelques-unes de ces préparations sont plus compliquées et admettent

des principes dont l'association à l'alcool est loin d'être indifférente.

Ainsi, la liqueur d'*absinthe*, Lunier indique la formule ci-dessous, qui serait celle de l'*absinthe fine* :

	Grammes.
Feuilles et sommités fleuries de grande absinthe	600
— de petite absinthe	125
Citronnelle (mélisse citronnée)	200
Sommités fleuries d'hysope	225
Angélique (racines)	»
Anis vert	1000
Badiane	225
Fenouil de Florence	851
Coriandre	225
	Litres.
Alcool à 85°	16,30
Eau	5

On fait infuser pendant vingt-quatre heures, puis l'on distille; le produit est de 20 litres.

Depuis que Marcé et surtout Magnan ont directement mis en cause la plante même d'absinthe, comme jouissant de propriétés convulsivantes, l'industrie fournit, sous divers noms, des absinthes ou des liqueurs de même aspect, qui contiennent peu ou point d'absinthe. Il n'est pas bien sûr que l'hygiène y trouve un gain réel; les consommateurs, trop aisément rassurés, profitent de ce qu'ils échappent au danger de l'absinthe pour user plus largement de l'alcool, dont les effets restent moins incertains que ceux de l'absinthe. Lancereaux se refuse à confondre les manifestations absinthiques avec l'*épilepsie ;* elles lui paraissent beaucoup plus rapprochées de l'*hystérie*. Bohm et Kobert (cités par E. Ricklin) n'ont pu obtenir, chez les mammifères, des convulsions *épileptoïdes* qu'avec des doses d'absinthe tellement fortes qu'il est douteux qu'un homme en prenne jamais assez pour arriver au même résultat. Dujardin-Beaumetz n'a observé, chez le porc, que l'ivresse avec excitation, même avec 1 à 2 grammes d'essence d'absinthe par kilogramme du poids de l'animal. Cependant Laborde et Magnan (1887) ont de nouveau montré expérimentalement que sous l'action de l'absinthe, l'attaque est bien épileptique. Du reste, l'essence d'anis, qui entre aussi dans la liqueur d'absinthe, n'est probablement pas non plus inoffensive (Bohm et Kobert).

Le *bitter* est préparé d'une façon analogue à la précédente avec 36 à 43 p. 100 d'alcool absolu et les substances suivantes : anis, écorces d'oranges, *Calamus aromaticus*, baies de genièvre, sauge, grande absinthe, angélique, menthe poivrée, fleurs de lavande, girofle, sucre.

La fameuse *liqueur de la Chartreuse*, avec ses variétés jaune, verte ou même blanche, est évidemment aussi de l'alcool distillé sur des plantes aromatiques et excitantes, venues des Indes et de Batavia autant que des vallées des Alpes, et additionné de sirop. Les industriels en robe blanche qui la fabriquent paraissent avoir tenu secret leur procédé, car nous ne le trouvons décrit dans aucun auteur. Il paraît y entrer de l'absinthe, et l'on a cru reconnaître des caractères particuliers de gravité aux accidents alcooliques qui proviennent de cette source.

Enfin, le *vermouth* est moins une liqueur qu'un vin blanc *composé*, suralcoolisé (17 à 40 p. 100 d'alcool).

Nous parlerons plus loin des liqueurs préparées avec des bouquets artificiels.

Variations de la toxicité des alcools. — Les alcools autres que l'alcool de vin l'emportent en toxicité sur celui-ci, tellement qu'on les regarde comme des *impuretés* des liqueurs spiritueuses.

Selon Dujardin-Beaumetz et Audigé, qui ont expréssement recherché la *dose toxique* de divers alcools, isolés ou associés, le même problème avait déjà été attaqué depuis plus d'un demi-siècle. Pelletan (1825), Fürster, de Berlin (1845), avaient expérimenté sur des animaux l'huile de pommes de terre (alcools amylique et butylique); Cros, à Strasbourg (1863), s'était spécialement occupé de l'action de l'alcool amylique; W. Richardson avait comparé l'action des alcools éthylique, butylique et amylique; Rabuteau (1870), à la suite d'expériences sur les alcools éthylique, butylique et amylique, avait formulé comme une loi probable que : dans toute la série alcoolique qui a pour formule générale ($C^nH^{2n} + 2O$), l'action toxique doit être d'autant plus élevée que le groupe H est représenté un plus grand nombre de fois. Dogiel, de Kasan (1872), était arrivé aux mêmes résultats. Enfin, Lussana et Albertoni étudiaient l'alcool éthylique en Italie, dans le même temps que Dujardin-Beaumetz et Audigé expérimentaient en France.

Nous devons à ces deux savants d'avoir répondu d'une façon méthodique et sûre, au moins en ce qui concerne les accidents aigus de l'alcoolisme, à la question précise, posée autrefois par J. Bergeron, avec une remarquable intuition de vérités considérables : « *L'origine des alcools exerce-t-elle une influence appréciable sur la nature et l'énergie de ses effets?* »

Nous résumerons leurs principaux résultats. On notera que les auteurs ont expérimenté *sur le chien*, par la méthode des *injections sous-cutanées ;* qu'ils entendent par « dose toxique limite », dans ces conditions, la quantité d'alcool pur (100° Gay-Lussac à 15°,5 de températ.) qui, *par kilogramme* du poids de l'aminal, est nécessaire pour amener la mort en vingt-quatre à trente-six heures, avec abaissement graduel et persistant de la température.

A. Tous les alcools expérimentés se sont montrés doués de propriétés toxiques, sauf l'alcool cétylique (insoluble).

GROUPE DES ALCOOLS.	DÉSIGNATION des ALCOOLS ET DE LEURS DÉRIVÉS.	DOSES TOXIQUES MOYENNES par kilogramme DU POIDS DU CORPS DE L'ANIMAL.	
		à l'état pur.	à l'état de dilution.
		gr.	gr.
ALCOOLS FERMENTÉS	Alcool éthylique	8,0	7,75
	Aldéhyde acétique	»	1 à 1.25
	Ether acétique	»	4,00
	Alcool propylique	3.90	3,75
	— butylique	2.00	1,85
	— amylique	1.70	1,50 à 1,60
ALCOOLS NON FERMENTÉS	Alcool méthylique pur	»	7,00
	Esprit de bois ordinaire	»	5,75 à 6,15
	Acétone	»	5,00
	Alcool œnanthylique	8	»
	— caprylique	7 à 7.50	»
	— cétylique	»	»
ISOALCOOL	Alcool isopropylique	»	3.70 à 3,80
ALCOOL POLYATOMIQUE	Glycérine $C^3H^8O^3$	»	8,50 à 9,00

Pour les alcools ayant la même origine, l'action toxique est d'autant plus intense que leurs formules atomiques sont plus élevées (Voy. tableau, page 1016). Il faut, pour qu'un alcool jouisse de propriétés toxiques, qu'il soit soluble ou trouve dans l'économie des substances qui permettent sa dissolution. La présence des aldéhydes et des éthers dans les alcools augmente le pouvoir toxique de ceux-ci. Dans le cas de mélange, les pouvoirs toxiques *s'ajoutent*.

Quant à la *forme des accidents*, elle a présenté trois périodes: une première, d'*ébriété* ou d'*excitation;* une seconde, de *résolution*, et une troisième, de *collapsus*.

Les chiens *très jeunes*, mais surtout les chiens *âgés*, sont ceux qui résistent le moins à l'action toxique des alcools.

Comme *lésions*, l'intestin est congestionné, et même ecchymosé ; le foie, ramolli, friable, congestionné ; les cellules hépatiques sont détruites en partie ; la rate est à peu près dans le même état. Les poumons sont congestionnés, hémorrhagiques ; le sang est noirâtre et forme des caillots dans le cœur. Il y a une congestion veineuse, énorme, des méninges, gagnant quelquefois la substance grise cérébrale. Les désordres, peu marqués du côté des reins, le sont considérablement dans le *glycérisme* aigu.

B. Si, au lieu d'essayer l'action des alcools purs et isolés, l'on interroge l'expérimentation sur le compte des eaux-de-vie et alcools du commerce, on arrive à cette conclusion, que : *tous les alcools et eaux-de-vie du commerce sont toxiques* et que *leur action nocive est en rapport : 1° avec leur origine ; 2° avec leur degré de pureté.*

Ces produits se rangent, sous le rapport de la nocivité, dans un ordre ascendant, que les expériences directes de Dujardin-Beaumetz et Audigé permettent d'établir comme ci-dessous :

Nature des liquides.	Doses toxiques. gr.
1. Alcools et eaux-de-vie de vin	7,50
2. Eaux-de-vie de poiré	7,35
3. Eaux-de-vie de cidre et eaux-de-vie de marcs de raisins...	7,30
4. Alcools et eaux-de-vie de betteraves	7,20 à 7
5. — — de grains	6,15 à 6,96
6. — — de mélasse de betteraves	6,90
7. — — de pommes de terre	6,90 à 6,80

Ce tableau est, d'ailleurs, en parfaite conformité avec les découvertes d'Isidore Pierre relativement à la présence simultanée de plusieurs alcools distincts dans les eaux-de-vie du commerce, y compris l'eau-de-vie de vin authentique, où l'alcool éthylique prédomine, mais n'est pas absolument seul, puisque la dose toxique de cette eau-de-vie se présente plus tôt que celle de l'alcool éthylique.

En prenant les impuretés de certaines eaux-de-vie, telles que celles de la compagnie débitante de Stockholm (pommes de terre), Dujardin-Beaumetz et Audigé ont trouvé des liqueurs toxiques à $4^{gr},80$ d'alcool absolu par kilogramme. Les « huiles » de pommes de terre ont tué les animaux à la dose de $2^{gr},75$ et $2^{gr},60$ par kilogramme.

A l'étranger, Schmitz, Stutzer et Reitmair, Baer, Bodländer et Traube, Brockhaus et d'autres, ont confirmé entièrement ces résultats. En Allemagne, les impuretés de l'alcool portent le nom de *Fusel* ou de *Fuselöl*, qui commence à être connu en France. « Le *Fusel*, dit Stutzer, est un produit latéral qui se forme, dans la fabrication de l'eau-de-vie, de certaines substances renfermant de l'amidon. Les chimistes appellent *alcool amylique* l'élément capital du *Fusel*, auquel peuvent être mêlés de faibles quantités d'alcool *propylique* ou *butylique*. »

Dans notre pays, Laborde et Magnan ont repris, avec quelques variantes, les

expériences de Dujardin-Beaumetz et Audigé. Ils ont, en outre, signalé dans les « alcools d'industrie » la présence de la *pyridine*, dont l'action est connue, et du *furfurol.*

Le furfurol, ou aldéhyde pyromucique $C^{10}H^4O^4$, se trouve dans les alcools de grains, d'avoine, de seigle, d'orge. Il se produit vraisemblablement dans la saccharification sulfurique des céréales et passe dans les produits de la distillation du liquide fermenté. On l'obtient, du reste, par l'action de l'acide sulfurique étendu sur la farine d'avoine ou sur le son. C'est un liquide incolore, d'une odeur rappelant à la fois celle de l'essence de cannelle et celle l'essence d'amandes amères. Sa densité est de 1,68 ; il bout à 162 degrés. Le furfurol reste, par conséquent, en grande partie, dans les résidus laissés par les alcools de grains après la distillation. En Écosse, on donne aux paysans, pour un sou, un grand verre de ce liquide résiduaire. Or, le furfurol est un toxique épileptisant, doué en outre d'une influence inhibitoire sur le poumon. Cette formule, qui résulte des expériences de Laborde et Magnan, est aussi à peu près celle de Lépine.

Enfin, depuis quelques années, les chimistes ont reconnu, dans les alcools, la présence d'*alcaloïdes* d'une série voisine de la série pyridique (Morin et Claudon), dans la proportion de 5 à 22 milligrammes (Lindet), en de certaines eaux-de-vie. Celle de ces bases que R. Wurtz a essayée est un toxique modéré des centres nerveux.

Il ne peut guère paraître douteux que les fâcheux effets des eaux-de-vie consommées dans notre époque, que les progrès de l'alcoolisme, en d'autres termes, ne soient dus pour une forte part à ces impuretés des alcools, aux *alcools supérieurs*. Et, comme les esprits de grains et de pomme de terre, issus de substance amylacée, sont particulièrement riches en alcools lourds, c'est bien aux alcools d'industrie que revient la responsabilité de cette plaie moderne, plus sensible encore chez les peuples de race germanique ou anglo-saxonne, que chez nos compatriotes.

Cependant je n'hésite pas à exprimer l'avis que la *quantité* extraordinaire d'alcool (plus de 2 millions d'hectolitres par an, en France), répandu sur le monde par la distillerie, et le bon marché relatif de ce produit, ne contribue pas beaucoup moins que la *qualité* à exaspérer le fléau de l'alcoolisme. En effet, comme le fait remarquer Vallin, les *eaux-de-vie de vin* d'autrefois n'étaient nullement exemptes d'alcools supérieurs ; c'est précisément sur des alcools de vin qu'Isidore Pierre a démontré les produits impurs dits *mauvais goûts de tête* et *mauvais goûts de queue;* et Ordonneau, distillant 300 litres d'eau-de-vie de Cognac de vingt-cinq ans, authentique, trouvait, dans l'alcool de queue, 1,200 grammes d'un produit possédant l'arome particulier de l'eau-de-vie mise en œuvre. Selon lui, l'eau-de-vie de Cognac renferme, par hectolitre : alcool propylique normal, 40 grammes; alcool amylique 83^{gr},80; alcool butylique normal 218^{gr},60, etc. Le mauvais goût des alcools d'industries viendrait de l'*alcool isobutylique*, qui se produit dans la fermentation par la levûre de bière, et il faudrait remplacer celle-ci par la levûre elliptique. — Mais l'eau-de-vie de Cognac de vingt-cinq ans coûte 20 francs la bouteille et, pour cette raison, ne contribuera jamais à propager l'alcoolisme.

Quoi qu'il en soit, les Allemands cherchent à fixer une limite à la pro-

portion de *Fuselöl*, que l'hygiène interdirait de dépasser. Baer avait autrefois proposé 0,3 p. 100. Or, il est rare que les alcools, même du plus bas prix, atteignent à ce chiffre. Bodländer et Traube estiment qu'on peut le ramener à 0,1 ou tout au plus 0,15 p. 100.

La formule tend, aujourd'hui, à devenir celle-ci : « l'alcool doit être le plus pur possible, » et même, en considérant que l'industrie peut arriver assez aisément à séparer les alcools supérieurs, Baer déclare, en 1887, que « l'alcool destiné à la consommation doit être absolument purifié et libre de *Fusel.* »

Recherche des impuretés de l'alcool. — Le *procédé Savalle*, ou Savalle-Stenberg, est une méthode colorimétrique. On mélange dans un ballon 10 centimètres cubes d'alcool avec 10 centimètres cubes d'acide sulfurique; on chauffe; le liquide, refroidi, est versé dans un flacon carré de 20 centimètres cubes, bien calibré, et l'on compare la teinte qu'il présente avec celle de plaques de *verre jaune*, d'épaisseur croissante et numérotées de 6 à 8. Les degrés correspondent à des dix-millièmes. Ainsi, le chiffre de 4 degrés, adopté comme moyenne à la Bourse, correspond à 0,4 p. 1000. Malheureusement, cette réaction n'indique pas plus particulièrement l'alcool amylique, propylique, etc., ni dans quelles proportions respectives ils existent. En général, le premier l'emporte.

Le *procédé d'Yvor Bang* semble présenter d'autres garanties. Les réactions sur lesquelles il repose sont les suivantes (Vallin) :

« 1° Les alcools *de queue* (amylique, isobutylique, etc.) sont entièrement solubles dans les hydrocarbures lourds ou légers (huile ou essence de pétrole), tandis que l'alcool ordinaire y est tout à fait insoluble, lorsqu'il est suffisamment étendu d'eau (phlegme à 30 p. 100 d'alcool, par exemple).

« 2° L'aldéhyde et les autres produits *de tête* sont insolubles dans les hydrocarbures, mais les composés que forment les produits de tête se dissolvent intégralement dans les hydrocarbures, losqu'on les met en présence des alcalis (polymérisation). Ces combinaisons des aldéhydes avec les alcalis sont solubles dans l'alcool qu'elles colorent d'une manière plus ou moins intense selon leur quantité. Des traces de ces corps polymères sont décelées par la coloration qu'elles communiquent à l'alcool.

« 3° L'acide sulfurique concentré enlève à l'hydrocarbure la *totalité* des alcools de tête et de queue qui s'y trouvent dissous, les premiers à la faveur de la soude ou de la potasse, les seconds spontanément, par leur contact avec l'hydrocarbure. »

Voici comment on utilise ces réactions. — *Pour rechercher les alcools de tête :* « Dans 50 à 60 centimètres cubes d'alcool à essayer, on verse une solution concentrée de potasse ou de soude; on mélange les deux liquides et on porte la température de ce mélange vers 60°, au bain-marie. Si l'alcool renferme des produits de tête, la liqueur prend, dans l'espace de quelques minutes, une teinte qui varie du *jaune paille* au *noir*, suivant la quantité d'aldéhyde. A froid, la réaction s'opère également, mais elle exige un contact de vingt-quatre heures avec l'alcali.

« Si l'alcool essayé contient des aldéhydes, il est inutile d'aller plus loin, puisqu'il doit, par cela seul, être repoussé de la consommation. »

Pour la recherche des alcools de queue, « on prend 50 à 60 centimètres cubes de l'alcool à essayer : on y verse, en agitant, de l'hydrocarbure léger, jusqu'à ce que celui-ci cesse de s'y dissoudre instantanément. On étend le mélange de cinq à six fois son volume d'eau ordinaire (l'eau alcoolisée ne dissout pas trace d'hydrocarbure) ; l'hydrocarbure se sépare et surnage. On le décante dans un flacon bouché à

l'émeri et on y ajoute quelques centimètres cubes d'acide sulfurique concentré; on agite et on colore — en *jaune*, si l'alcool isobutylique domine; — en *brun*, si c'est l'alcool amylique, l'acide sulfurique qui s'est ressemblé au fond du flacon. Tout alcool qui résiste à cette double épreuve est de l'alcool éthylique pur et devrait seul être livré à la consommation. »

La *méthode de Röse*, usitée en Suisse, consiste à mélanger l'alcool en essai avec une certaine quantité de chloroforme et à constater, sur une échelle graduée, l'augmentation de volume du chloroforme qui se produit. Le chloroforme, en effet, dissout toutes les impuretés de l'alcool.

Le *furfurol* colore en rouge l'acétate d'aniline.

Rectification des alcools. — Il est reconnu que les plus mauvais alcools sont fournis par les petits distillateurs, mal habiles et mal outillés; ce que l'on appelle, en France, les *bouilleurs de cru*, dont il existe 500,000 dans notre pays, qui produisent par privilège plus d'un million d'hectolitres d'alcool détestable. L'autre million, fourni par la grande industrie de la distillerie, est-il absolument pur? nous ne le croyons guère. Mais, au moins, cette industrie le professe et accepte l'obligation de rectifier ses alcools.

Il y a un assez grand nombre de moyens d'avoir de l'alcool d'industrie *pu* ou rectifié. Le plus simple, sinon le moins coûteux, consiste à séparer, à la distillation, les produits qui passent les premiers, aldéhyde et analogues, *alcool de tête;* puis, à arrêter, de même, la distillation au moment où se présentent les alcools les moins volatils, amylique, propylique, etc., *alcool de queue.* Malheureusement, l'*alcool de cœur* ne représente pas plus de 40 p. 100 des flegmes. On recommence la distillation avec ce qui reste; mais c'est un procédé coûteux autant qu'imparfait.

Laurent Naudin a proposé de produire, par *voie électrique*, de l'hydrogène naissant qui se fixerait sur l'aldéhyde ($C^4H^4O^2$) et le convertirait en alcool vinique ($C^4H^6O^2$). Mais ce moyen n'influence pas l'alcool amylique. La *rectification sur le charbon* enlève une partie de ce dernier, mais point les autres; d'ailleurs, elle est dispendieuse. On réussit assez bien à n'obtenir que de l'alcool éthylique au moyen de la *fermentation basse*, par du *saccharomyces ellipsoideus* pur; mais il n'est point aisé, sans glacière, de maintenir la fermentation au-dessous de 10 degrés. La *méthode industrielle* de Bang traite les flegmes par la soude caustique, qui sature l'aldéhyde, et ensuite par un hydrocarbure, qui enlève les produits de queue. On reprend les alcools supérieurs à cet hydrocarbure par l'acide sulfurique.

Falsifications des eaux-de-vie et liqueurs. — La falsification la plus grave de tous points, parce qu'elle attente à la santé du consommateur et parce qu'elle est un vol, consiste à donner à une eau-de-vie d'origine inférieure les apparences d'une eau-de-vie de vin en réputation et à la vendre sous le titre d'eau-de-vie de Languedoc, de Cognac, etc. Avec une certaine quantité d'alcool de grains, de l'eau, du sucre, du caramel, du poivre, une goutte d'acide sulfurique, un peu d'éther œnanthique, rien n'est plus facile que d'obtenir après filtration une liqueur ambrée, chaude, mordante, d'un bouquet décidé, que neuf personnes sur dix accepteront comme du cognac, et, au besoin, comme de la *fine champagne.* Une bonne moitié des liquides qui se vendent sous ce nom sont purement artificiels.

Ch. Girard a communiqué les deux recettes suivantes pour faire du cognac ou du rhum :

Bouquet de cognac.

Cachou pulvérisé	250 gr.
Sassafras	468
Fleur de genêt	500
Thé suisse (véronique)	192
Thé Hiswin	128
Capillaire du Canada	128
Bois de réglisse	500
Alcool	6 lit.

Bouquet de rhum.

Éther butyrique	15 gr.
— acétique	2
Teinture de vanille	2
Essence de violette	2
Alcool à 90°	90
Extrait de raisins secs	
Un peu de vrai rhum	

Le bouquet de kirsch se donne avec la nitrobenzine brute ou avec l'eau de laurier-cerise. Les bouquets fins se préparent avec un mélange d'acide cyanhydrique, d'aldéhyde benzoïque ou essence d'amandes amères et de benzonitrile ou de cyanure de phényle. L'essence de *reine des prés*, qui entre dans le vermouth et le bitter, est remplacée pas l'*aldéhyde salicylique*, épileptisant; l'essence de *gaultheria procumbens* ou de Winter-Green, par le salicylate de méthyle, convulsivant. Le bouquet de l'*essence de noyau* est composé de benzonitrile et d'aldéhyde benzoïque, toxiques (Laborde et Magnan).

Il faut l'intervention d'un chimiste habile pour reconnaître les éléments de ces falsifications. Mais l'on peut, d'une façon générale, constater qu'on a affaire à un produit fabriqué, le plus souvent, par la démonstration des impuretés de l'alcool. Les fraudeurs, en effet, ne se donnent pas la peine de prendre des alcools raffinés, qui coûtent cher. Vallin en cite, qui achètent, à 45 francs l'hectolitre, l'alcool dénaturé par le fisc à l'aide du métylène et de l'acétone et ne semblant plus devoir servir qu'à la fabrication des vernis; on en fait de l'absinthe et autres liqueurs à goût très fort, qui masquent l'âcreté du spiritueux employé. A vrai dire, il est des eaux-de-vie de bouilleurs de cru, tout aussi infectes, sans avoir été dénaturées.

L'industrie et la chimie ont, jusqu'à présent, singulièrement favorisé l'alcoolisme. Il semble se faire temps qu'une autre chimie et une autre industrie travaillent en sens contraire.

Usage des alcools. — Autant nous avons fait bon accueil, au point de vue de l'hygiène, à la bière loyale, au cidre bien fait, et par-dessus tout au vin naturel, condiments pleins de séduction et qui ne deviennent offensifs que par un abus décidé, autant nous hésitons vis-à-vis des esprits, de ce que l'on appelle plus spécialement l'*alcool.*

Tout d'abord, nous ne l'admettons que *pur;* réclamer l'alcool de vin, aujourd'hui, serait trop exiger. Puis nous le tolérons aux malades; l'officine de la pharmacie est sa vraie place. Encore ne faudrait-il pas que, sous prétexte de potion de Todd, on mît les pneumoniques sur le chemin de l'alcoolisme et que la cirrhose résultât de la thérapeutique. Enfin nous pensons qu'il est moins dangereux aux hommes qu'aux femmes, dans l'âge mûr que dans la jeunesse, dans les pays froids que sous les climats ardents, et qu'il est difficile de ne pas faire, à cet égard, quelques concessions aux ouvriers et, peut-être, dans des cas donnés, aux soldats, jusqu'à ce qu'on ait trouvé mieux.

On ne consomme pas, d'ordinaire, l'alcool aux doses employées par les expérimentateurs, et il n'arrive pas dans le sang par l'estomac aussi vite qu'avec l'injection hypodermique. Même par le procédé expérimental, il faudrait 442 grammes d'alcool absolu de pommes de terre, c'est-à-dire en-

viron 1 litre de cette eau-de-vie, pour empoisonner un homme du poids de 65 kilogrammes. Sauf de très rares exceptions, qui du reste confirment les résultats des expériences, un homme ne boit pas 1 litre d'eau-de-vie en quelques instants, ni même en un jour. Mais qu'il y emploie quatre jours, huit, dix jours; ne s'est-il pas procuré, à chacun de ces jours, une fraction d'empoisonnement qui a détruit quelque chose de ses forces vives et dont il est inévitable qu'il reste des traces matérielles et profondes?

Les nouvelles recherches de Dujardin-Beaumetz et Audigé sur l'*alcoolisme chronique* n'ont pas notablement éclairé la question. A vrai dire, elles ont eu pour objet des porcs, dont le petit cerveau n'est pas comparable à celui de l'homme. Toutefois, les animaux intoxiqués chroniquement avaient du tremblement, et bien qu'ils fussent gras, leur chair avait mauvais aspect et était le siège d'hémorrhagies interstitielles. Les auteurs sont, du reste, arrivés à conclure que l'alcool est un aliment d'épargne, parce qu'il ralentit les combustions, en soutirant une certaine quantité d'oxygène aux globules sanguins. Nous avons dit ce que nous pensons de cette théorie.

Ce n'est pas le lieu de parcourir les nombreuses manifestations cliniques de l'alcoolisme. Signalons seulement, comme une des préoccupations qui appartiennent à l'hygiène, les conséquences de l'alcoolisme pour la descendance des intoxiqués, la *déchéance de la famille et de la race*, et les *crimes* ou *délits* qui relèvent de l'ivrognerie ou de la folie ébrieuse.

Prophylaxie de l'alcoolisme. — 1° Le premier de tous les moyens, le plus sûr probablement, consiste à répandre dans le peuple l'*instruction* générale et un peu aussi l'instruction spéciale, en ce qui concerne les notions d'hygiène les plus importantes. L'instruction relève du même coup l'éducation populaire; or, rien n'attente aussi brutalement à la dignité humaine que l'ivresse et l'ivrognerie.

2° En Angleterre, en Amérique, en Allemagne, on forme des *Sociétés de tempérance*. La première fut fondée en 1829 par *Father* Mathew, Irlandais. C'est alors que prit naissance le mot de *teetotalers*, dont l'origine est assez bizarre. Les adhérents de ces sociétés font vœu d'abstinence complète de boissons alcooliques, et beaucoup sont fidèles.

D'autres sociétés philanthropiques établissent des cafés dans lesquels on ne vend pas d'alcool; il en existe, paraît-il, 1,314 de cette sorte dans le Royaume-Uni d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande, dont 562 à Londres. Gumprecht a montré comment une société de ce caractère, fondée à Gothenburg, il y a une trentaines d'années, est parvenu à acquérir peu à peu presque tous les cabarets du lieu et à les transformer en cafés sans alcool. L'exemple s'est propagé à la Suède et a eu assez de pouvoir pour réduire de 40 litres à 12 litres par tête et par an la quantité d'alcool que l'on buvait jadis dans ce pays.

3° L'Amérique a créé les « maisons d'ivrognes » (*habitual drunkards homes*), autorisées pour la première fois, en 1854, dans l'État de New-York, sous ce prétexte que l'ivrognerie, chez les Américains, n'est pas un vice, mais une maladie, une névrose, souvent héréditaire. Le dipsomane y fait

abandon provisoire de sa volonté et même de sa liberté, en vue du traitement qui lui est nécessaire. Quelques-uns de ces malades (?) guérissent effectivement et d'une façon durable.

En 1879, l'asile de Lintorf, près de Düsseldorf, qui était déjà une maison pour l'amélioration des mauvais sujets, est devenu un asile d'ivrognes (*Trinkerasylum*), à l'instar des établissements américains (Pelman). Depuis lors, il s'en est ouvert d'autres, à Wilmersdorf, près de Berlin, à Marbach, sur le lac de Constance, à Zwischenahn (Oldenbourg). Il y en a même un pour les dames du meilleur monde. L'Angleterre en possède plusieurs, dont deux aux environs de Londres. On n'y est reçu qu'après avoir signé un écrit dans lequel le client précise le temps qu'il consent à passer à l'asile. S'il en sort avant ce délai, il peut être poursuivi et réintégré par la police.

L'asile de Fort-Hamilton (New-York) est resté le type du genre. La méthode ne paraît pas se répandre et ne donne pas des résultats étonnants. Sans blâmer ce qui se passe à l'étranger, Foville pense, avec raison, que ces modes de l'Assistance n'auraient, en France, aucun succès.

4° Beaucoup de pays ont des lois répressives de l'ivrognerie ou tout au moins de l'*ivresse publique*. En France, la loi du 23 janvier 1873 prévoit l'amende, et même la prison en cas de récidive, pour cette dernière forme. Les agents de police des grandes villes ont l'air d'être chargés de ne pas l'exécuter. La loi anglaise (*Habitual drunkards Act*, 1879) ne semble pas être plus efficace.

5° Tous les hygiénistes réclament la diminution du *nombre des cabarets*. En France, pour ouvrir un débit, il suffit de déclarer qu'on en a l'intention. C'est d'un grand libéralisme. Mais nous arrivons à avoir 400,000 débits, c'est-à-dire un pour 90 habitants. Le département du Nord en a plus de 30,000 à lui seul, environ 1 cabaret pour 50 habitants. La plupart des débits de tabac vendent en même temps des liqueurs. De telle sorte que, non seulement on peut se livrer à l'alcoolisme sans aller bien loin, mais même que l'alcoolisme poursuit ses victimes et se met en travers de leur passage. Il est évident que ce serait largement assez d'un débit pour 200 habitants. Berlin avait, en 1886 (Wasserfuhr), 2,231 débits de *Schnaps*, sans parler d'environ 6,000 établissements à bière.

6° Nous avons déjà déclaré que nous voudrions voir prohiber absolument le *vinage*. Nous maintenons que ce doit être la formule de l'hygiène. Pour les administrations, il est évident qu'il serait difficile de savoir si l'on a ajouté 2 ou 3 p. 100 d'alcool à du vin qui ne marquait que 7 ou 8. Nous pensons qu'elles peuvent, *in globo*, traiter comme alcools tous les vins qui marqueront plus de 12 degrés alcooliques centésimaux. A moins que l'on n'arrive à une loi *analytique*, comme en Angleterre, qui fasse varier les droits d'octroi des vins suivant leur valeur et leur degré d'alcoolisation.

7° On propose communément que les gouvernements encouragent la production du vin, de la bière, dégrèvent le sucre, le café, le thé, tandis qu'ils augmenteraient les impôts sur l'alcool. C'est beaucoup moins facile à mettre en pratique par les gouvernements, qui tirent d'énormes revenus de la production et du commerce de l'alcool. Peut-être y aurait-il moyen de tout

concilier en remettant au gouvernement le *monopole* de l'alcool (Alglave), comme il a celui du tabac, avec un succès incontestable pour ses caisses et pour les consommateurs. L'État gagnerait toujours beaucoup d'argent; seulement, il va de soi que ses alcools seraient parfaitement *raffinés;* et s'ils devenaient une consommation de luxe, ou simplement une denrée qui ne se jette pas à la tête des clients, l'hygiène finirait peut-être par céder quelque chose de ses formules de réprobation. Mais le monopole ne plaît pas aux puissants producteurs de notre époque; on sent entrer en conflit « les capitaux considérables consacrés par les fabricants d'alcools à l'exploitation de leur industrie », et « la nécessité primordiale de mettre en garde les consommateurs contre la toute-puissance de ces industriels ». Ce n'est généralement pas cette considération qui l'emporte dans la balance des commissions parlementaires. En attendant, le gouvernement allemand a obtenu ce monopole (1887).

Bibliographie. — Dujardin-Beaumetz et Audigé. *Recherches expérimentales sur la puissance toxique des alcools.* Paris, 1879. — Lancereaux. *Absinthisme aigu* (Acad. méd., 7 sept. 1880). — Gumprecht (Ad.). *Der deutsche Verein gegen den Missbrauch geistiger Getränke.* Berlin, 1882. — Cornil (V.). *La cirrhose alcoolique par ordonnance de médecin* (Journ. des connaiss. médic., 30 mars 1882). — Barthélemy et Dewillez. *Les inviteuses* (France médicale, mars 1882). — Mering (v.). *Enthält der Kartoffelzucker gesundheitsschädliche Stoffe?* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XIV, p. 325, 1882). — Schmitz (A.). *Enthält der Kartoffelzucker gesundheitsschädliche Stoffe?* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XIX, p. 481, 1882). — Foville. *Note sur les hôpitaux d'ivrognes* (Rev. d'hyg., IV, p. 604, 1882). — Brockhaus. *Studien am Menschen über die Giftigkeit der Verunreinigungen des Kartoffelbranntwein* (Centralblatt f. allgem. Gesdpflge, I, p. 146, 1882). — Binz (C.). *Ueber Alkoholgenuss* (Centralblatt f. allgem. Gesdpflg., I, p. 131, 1882). — Baer (A.). *Der Alkoholmissbrauch* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XIV, p. 193, 1882). — Berthelot. *Sur les maisons de santé pour les buveurs habituels* (Rev. d'hyg., IV, p. 126, 1882). — Henninger. *De la composition des liquides fermentés* (Soc. biologie, 26 mai et 2 juin 1883). — Rabuteau. *De la toxicité des alcools* (Ibid., 2 juin 1883). — Dujardin-Beaumetz et Audigé. *Recherches expérimentales sur l'alcoolisme chronique* (Acad. scienc., 28 mai 1883 et Acad. méd., 1er avril 1884). — Wolffberg (S.). *Ueber den Nährwerth des Alkohols* (Centralbl. f. allgem. Gesdpflg., II, p. 179, 1883). — Pelman. *Ueber Trinkerasyle* (Centr. blatt f. allgem. Gesdpflg., III, p. 57, 1884). — Jaillet (J.). *De l'alcool, sa combustion, son action physiologique, son antidote.* Paris, 1884). — Girard (Ch.). *Note sur les falsifications des alcools et eaux-de-vie* (Rev. d'hyg., VII, p. 925, 1885). — Baer (A.). *Die Verunreinigungen des Trinkbranntweins, insbesondere in hygienischer Beziehung* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., IV, p. 278, 1885). — Möller (K.). *Ueber die Verhütung des schadlichen Einflusses der Verunreinigungen des Branntweins auf die menschliche Gesundheit* (Centr. blatt f. allgem. Gesdpflg., V, p. 55, 1886). — Stutzer (A.) und Reitmair (O.). *Die Beschaffenheit der im Kleinverkehr verkauften gewöhnlichen Trinkbranntweine und die Methoden ihrer Untersuchung auf Fuselöle* (Ergänzungshefte zum Centr. blatt f. allgem. Gesundheitspflg., II, Heft 3, p. 191, 1886). — Uffelmann (J.). *Ueber den Nachweis des Fuselöls in Spirituösen* (Archiv f. Hyg., IV, p. 229, 1886). — Lépine (R.). *Sur l'action du furfurol* (Soc. biologie, 2 juillet 1887). — Magnan. *Du furfurol* (Soc. Biologie, 9 juillet 1887). — Laborde et Magnan. *De la toxicité des alcools dits supérieurs et des bouquets artificiels* (Rev. d'hyg., IX, p. 627, 1887). — Wasserfuhr. *Das Bedürfniss einer Verringerung der Zahl der Schnapsschänken und Schnapsverkaufsstellen in Berlin* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XIX, p. 461, 1887). — Stutzer (A.). *Ueber die Beschaffenheit gewöhnlicher Trinkbranntweine* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., VI, p. 88, 1887). — Bodlænder (G.) und Traube (J.). *Ueber die Grenzzahl des in spirituösen Getränken zulässigen Fuselgehaltes* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., VI, p. 201, 1887). — Baer (A.). *Zur Reinheit des Trinkbranntweins* (Ibid., p. 203). — Guillaume, Alglave. etc. *L'alcoolisme* (Congrès internat. d'hygiène à Vienne, 1887). — Claude (des Vosges). *Enquête sur la consommation de l'alcool en France* (Rapport au Sénat, février 1887). — Mairet et Combemale. *Influence dégénérative de l'alcool sur la descendance* (Acad. scienc., 5 mars 1888). — Vallin (E.). *La rectification et le contrôle des alcools d'industrie* (Rev. d'hyg.,

X, p. 1, 1888). — *La réforme de la législation de l'alcool en France* (Rev. d'hyg., X, p. 516, 1888). — Brouardel et Pouchet (G.). *De la consommation de l'alcool dans ses rapports avec l'hygiène* (Ann. d'hyg., XX, p. 241, 1888). — Larbaletrier. *L'alcool, au point de vue chimique, agricole, hygiénique et fiscal.* Paris, 1888.

XI. La défense contre les falsifications alimentaires.

Les falsifications des denrées alimentaires, solides ou liquides, n'ont jamais atteint un degré si élevé de fréquence, de variété et, si l'on peut dire, de délicatesse, que dans notre époque, où l'art de frauder est devenu scientifique, où la grande industrie, qui fabrique des couleurs et des bouquets pour nos aliments et nos boissons, paye généreusement les chimistes qui l'y aident; à tel point que l'autre partie de la science, qui nous protège, a peine à les suivre. On ne s'étonnera donc pas que cette défense, dont la nécessité hante l'esprit de tous les hygiénistes, se retrouve à l'ordre du jour de tous les Congrès d'hygiène et fasse un paragraphe de ce livre.

La défense contre les fraudes alimentaires peut être envisagée dans diverses situations, qui se hiérarchisent : chez les particuliers (consommateurs, cela va sans dire); de la part de la commune; du département, de l'État; enfin elle pourrait être *internationale*.

1. Les moyens des particuliers sont si faibles que l'immense majorité des gens trompés renoncent à s'en servir. Le plus simple consiste à changer de fournisseur; mais celui que l'on reprendra ne vaut pas mieux, s'il n'est pire. Un autre, d'apparence sérieuse, est le recours aux tribunaux, la demande de dommages-intérêts et de l'application des peines prévues par tous les codes du monde, spécialement par notre *Code pénal* (Art. 57, 58, 387, 423, 477) et par nos lois des 27 mars 1851 et 5 mai 1885. Mais ces peines sont légères, n'effrayent guère les délinquants et seraient pour les plaignants une satisfaction si médiocre qu'on aime autant ne pas se déranger. D'ailleurs il y a un écueil grave et bien fait pour retenir l'homme la plus disposé à poursuivre. Brouardel l'a nommément signalé. Il n'est pas un ingrédient destiné à falsifier notre nourriture qui ne puisse compter sur deux ou trois chimistes éminents, décidés à le présenter comme inoffensif et, au besoin, comme très utile. Dans ce cas, les juges doutent et ne se disent pas que c'est toujours un tort d'introduire dans les aliments quelque chose qui leur est étranger et, surtout, qui est étranger à l'économie. Or, le doute des juges, c'est l'acquittement du prévenu.

Une façon, pour les particuliers, de résister puissamment aux entreprises des fraudeurs, c'est l'*association*. Il existe, dans presque toutes les grandes villes, des *sociétés de consommation*, qui ont leur boucherie, leur boulangerie, leur épicerie, et se donnent des denrées irréprochables. Nous avons dit quelques mots précédemment (p. 619) des compagnies laitières. Les hygiénistes ne sauraient trop protéger ces associations.

2. Toutes les lois municipales donnent aux maires (au préfet de police, à Paris) le droit de défendre, par des arrêtés ou des ordonnances, le débit, l'exposition et la détention de denrées qui sont de nature à nuire à ceux qui les consommeraient. Il n'est pas rare de rencontrer des autorités muni-

cipales qui exercent ce droit et protègent énergiquement leurs subordonnés. C'est sur lui que reposent la création et le fonctionnement des *Laboratoires municipaux d'analyse* (Turin, Paris, Lisbonne, Le Havre, Reims, Bruxelles, New-York, etc.), et le rôle si actif des *Analysts* Anglais, qui relèvent d'ailleurs du *Local Government Board*. Nous retrouverons ces institutions à la IIIe Partie ; mais nous devons noter dès maintenant que cette protection est encore souvent en défaut. D'abord, parce que tous les maires ne sont pas suffisamment indépendants de leurs administrés (j'allais dire de leurs électeurs), dans certains pays; puis, parce que, grâce à une législation insuffisante ou obscure, à une répression par trop insignifiante, les mêmes incertitudes, les mêmes conflits, les mêmes déboires, que nous signalions plus haut, dans les rapports des particuliers avec la justice, se représentent fréquemment entre celle-ci et les administrations.

3. Dans le département ou la province, le préfet ou le gouverneur a un réel pouvoir contre les falsifications alimentaires, lorsqu'il est compétent ou qu'il est assisté d'un conseil spécial et surtout d'agents en possession des connaissances nécessaires de chimie et d'hygiène.

4. Dans l'État, les Assemblées législatives font des lois que les gouvernements promulguent. Les ministres prennent, en outre, des arrêtés, rendent des décrets, publient des circulaires, qui deviennent des bases pour la poursuite de la part des magistrats représentant le gouvernement dans les actions judiciaires (les procureurs généraux, en France). Ce moyen est excellent, parce que les décisions ministérielles n'apparaissent d'ordinaire qu'après une mûre étude de la question par les conseils compétents (en France, le Comité consultatif d'Hygiène publique, l'Académie de médecine; en Allemagne, l'Office sanitaire, etc.). Dans notre pays, il est seulement un peu long et les intérêts particuliers, souvent considérables, retardent parfois d'une façon extraordinaire l'entrée en vigueur des dispositions les plus salutaires, ainsi que nous l'avons vu au sujet de la circulaire du garde des sceaux, du 26 juillet 1880, relative aux vins plâtrés.

5. Les lois, décrets et règlements qui régissent les falsifications des denrées alimentaires et des boissons, chez les différentes nations de l'Europe, dit Brouardel, manquent de l'unité nécessaire pour arriver à une répression générale et permettent ainsi à une pratique, qualifiée de fraude dans un pays, de s'exercer librement dans un autre. De plus, dans l'état actuel des choses, toute mesure prise isolément dans un pays détermine, dans la plupart des cas, un véritable bouleversement dans le commerce international ; d'où des résistances parfois invincibles et dont les fraudeurs savent habilement profiter. Il serait donc absolument désirable d'adopter une législation à peu près uniforme, des moyens de surveillance et d'expertise identiques, des pénalités équivalentes, et, tout d'abord, de s'entendre sur la valeur du terme *falsification*.

La définition de Brouardel nous paraît fort acceptable : « Un produit est falsifié lorsqu'il contient une substance étrangère à sa composition naturelle, ou quand une substance qui entre dans sa composition naturelle s'y trouve en quantité anomale. » Mais tout le monde ne l'entend pas

absolument de même. Quelques-uns veulent y introduire l'*intention de tromper* ou tout au moins la conscience, chez le vendeur, que la denrée n'est pas naturelle. Nous serions, pour notre part, de ceux qui pensent que tout marchand doit savoir son métier et qu'il n'est pas permis à un débitant de vins, par exemple, d'ignorer s'il vend ou non du poison.

Dans le but d'arriver à l'uniformisation des principes et des dispositions légales, le Congrès d'hygiène de La Haye avait nommé une commission à laquelle les hygiénistes de toutes les nationalités étaient invités à communiquer la législation de leur pays en matière de falsifications. Chaque commissaire devait fournir ensuite un rapport, en vue d'une conférence internationale. Il ne semble pas qu'en dehors des commissaires français et de quelques autres, il y ait eu beaucoup d'empressement de la part des personnes conviées à collaborer à cette œuvre. La question n'avance pas et l'entente ne se fait guère pressentir. Peut-être, précisément parce qu'il s'agit de matières qui font l'objet d'un commerce énorme, n'y arrivera-t-on jamais. Les peuples sont solidaires en matière d'hygiène; mais ils sont séparés à tant d'autres égards! Les hygiénistes et les savants s'entendent toujours — à peu près; au moins, il y aura, dans tout Congrès, une majorité. De là à une entente entre des gouvernements qui prennent leur mot d'ordre partout ailleurs que dans la science et dans l'hygiène, il y a encore une distance incalculable.

Bibliographie. — Vidal (E.). *Des moyens légaux ou d'initiative privée à opposer à la falsification des denrées alimentaires* (Rev. d'Hyg., II, p. 1040, 1880). — Brouardel (P.), *Intoxication par produits journellement absorbés à petite dose* (Compt. rend. et mém. du IVe Congrès internat. d'Hygiène, t. II, p. 352. Genève, 1883). — Du même. *Mesures internationales à prendre contre les falsifications alimentaires* (Comptes rend. et mém. du Ve Congrès internat. d'Hyg., II, p. 91. La Haye, 1885). — Belval (Th.). *L'entente internationale contre la falsification des denrées alimentaires et des boissons* (VIe Congrès internat. pharmaceutique. Ixelles, 1885). — Brouardel, Pouchet (G.), Caro (A.), Hilger (A.), Roos (van Hamel), etc. *Sur les mesures internationales à prendre contre les falsifications des matière alimentaires et des boissons* (VIe Congrès internat. d'Hygiène. Vienne, 1887).

CHAPITRE VIII

DE L'EXERCICE ET DU REPOS.

Le *mouvement* est la caractéristique de la vie, autant que la nutrition, qui est elle-même du mouvement. Il semble être d'autant plus parfait et plus varié que l'être est plus élevé dans l'échelle biologique. C'est le cas de l'homme, dont les rapports avec le monde extérieur sont infinis. C'est par suite du rôle du mouvement dans ces rapports que son étude appartient à cet exposé.

L'hygiène envisage le mouvement de la *vie organique* aussi bien que celui de la vie animale; le jeu des appareils des sens et le fonctionnement cérébral lui-même, comme les actions musculaires les plus caractérisées.

Le chapitre actuel se rattache, d'ailleurs, au précédent, par les liens les plus étroits. A bien dire, c'est un cercle. L'alimentation apporte les matériaux combus-

tibles, sources de la chaleur que le mouvement manifeste au dehors; et, réciproquement, tous les animaux sont tenus à un certain travail pour se procurer les matériaux de l'alimentation. Il n'y a même que ce travail-là qui soit obligatoire de par la loi naturelle; tous les hommes le subissent et travaillent, en réalité, pour vivre, sauf que les exigences de l'estomac se compliquent chez quelques-uns d'accessoires d'une grande importance. Les livres « révélés » ont présenté cette obligation comme un châtiment : « *In sudore vultûs tui vesceris pane....* », comme si le lion, qui n'a pas commis de péché originel, n'était pas obligé aussi à user de patience et d'énergie musculaire pour manger de la gazelle à son appétit. La conception est fort étroite; il n'y a pas là de loi d'exception contre l'homme; c'est de l'*hygiène générale*. Sans doute, notre espèce n'attend pas que Dieu lui donne la pâture, comme le poète prétend que cela arrive aux petits des oiseaux; elle provoque la terre, et la force à produire plus qu'il ne sortirait de sa fécondité spontanée. Mais ceci est une supériorité, et c'est la raison pour laquelle l'expansion des familles humaines est presque indéfinie ; tandis que la multiplication et même la persistance des espèces animales sont subordonnées à la production naturelle des plantes ou des autres animaux qui servent à leur nourriture.

Pourtant, *exercice* ne veut pas dire *travail*, au moins dans le sens des actes par lesquels l'homme pourvoit à sa subsistance. L'exercice est à proprement parler l'essai des forces et du mécanisme moteur, un apprentissage ou un entretien des aptitudes à l'action; ce sont des mouvements qui n'ont pas encore de but utile; c'est presque « de l'art pour l'art ». Sans perdre de vue ce caractère, qui mérite d'être retenu à part, l'hygiène ne peut oublier que les mouvements de toute espèce, inconscients ou obligés, qu'ils s'accompagnent de l'intention d'essai ou de celle d'un but utilitaire, *exercent* toujours le corps et concourent à l'effet sanitaire immédiat, distinct de ce que peut rapporter le travail en ressources alimentaires. Exercice *à vide* et proprement dit, ou *travail utile*, intéressent également l'hygiène, au point de vue des effets généraux.

Tout appareil est susceptible d'éducation; toute forme du mouvement peut être modifiée, régularisée. A ne considérer le mouvement que d'une façon abstraite, c'est justement cette *éducation physique* que poursuit l'hygiène directement. Les mouvements volontaires sont les plus aptes à cette éducation; mais les mouvements *réflexes* n'en sont pas absolument incapables, comme on le verra. Il est assez remarquable que l'éducation des mouvements volontaires arrive à peu près à supprimer l'intervention cérébrale à leur origine et à les produire selon le mode réflexe : un pianiste qui sait bien son morceau ne fait un acte de volition que pour se mettre au clavier; les doigts frappent les notes automatiquement.

Si l'on envisage le mouvement concret, appliqué, c'est-à-dire le *travail*, l'hygiène s'occupe moins de l'éducation spéciale, propre à chaque mode, que des conditions du milieu et des dangers ou des avantages que comportent la forme, la nature des objets de travail, la durée de celui-ci, l'équilibre entre les ressources physiques individuelles et l'effort exigé. Ces circonstances sont l'objet de l'Hygiène professionnelle; par conséquent, nous ne pourrions les parcourir ici sans faire double emploi. Nous nous bornerons donc aux considérations les plus générales, en ce qui concerne le travail, et nous ne l'envisagerons pour ainsi dire que comme un mode de mouvement.

Dans l'acception la plus élevée et la plus rigoureuse du mot, l'exercice est *la pratique méthodique du mouvement*.

Bien que cette qualité d'être *méthodique* donne à l'exercice le caractère

d'une chose propre à l'homme, on ne perdra pas de vue que l'éducation corporelle n'est qu'une préparation au travail proprement dit, un procédé d'endurcissement contre les influences extérieures, une façon d'accroître la résistance plus encore que la puissance. Par ce côté, l'éducation physique ne sort pas de l'hygiène générale. A y regarder d'un peu près, c'est plutôt l'absence de cette éducation qui est artificielle, propre à l'homme, et la conséquence de nos habitudes de vie en société; nous rentrons dans la vérité et dans le vœu de la nature, quand nous la reprenons. Le mode seul en reste quelque peu empreint d'artifice et de nuance humaine.

I. Modes de l'exercice.

Dans le sens qui vient d'être expliqué, l'exercice nous paraît devoir comprendre deux ordres de manifestations du mouvement. Ou bien il s'agit des mouvements nécessaires et communs à tous les individus, comme la *station*, la *marche*, la *course*, la *natation*, etc.; ou bien l'on a plus spécialement en vue des exercices qui n'ont d'autre but que l'exercice même, sont réglés suivant une certaine progression, constituent, en un mot, la *gymnastique* proprement dite. Cette double face de l'exercice se prête à une division que nous allons adopter, moins rigoureuse que commode, ainsi que l'on pourra s'en apercevoir.

A. Exercices naturels. — 1. **La station.** — Tous les modes de station sont un résultat d'activité musculaire (*attitudes actives* de Dally). La station *verticale* est un véritable exercice, et elle est l'objet d'une éducation spéciale dans l'instruction militaire. Elle est assez fatigante pour que « l'immobilité sous les armes », tant recherchée des instructeurs, finisse par donner le vertige aux novices. Dans presque toutes les revues passées aux élèves de l'École de Saint-Cyr, nous avons vu quelqu'un de ces jeunes hommes s'affaisser brusquement dans les rangs, après quelque temps de station verticale. Le poids de l'équipement et la chaleur aident à ces accidents, d'ailleurs vite dissipés. La taille de l'homme debout est un peu moindre que celle du même individu étendu sur le dos. On sait aussi que les disques intervertébraux s'affaissent par la station verticale prolongée. Les peintres et les sculpteurs évitent de représenter leurs sujets debout, également portés sur les deux pieds; cette attitude fatigante est désagréable à la vue. L'homme debout est, préférablement, figuré avec une jambe légèrement fléchie (*hancher*), le poids du corps portant presque tout entier sur l'autre. C'est, en effet, la méthode la moins fatigante de conserver la station verticale; dans la pratique, on peut faire alterner entre elles les deux jambes, l'une se reposant pendant que l'autre soutient le corps.

2. **La marche.** — Les physiologistes (Borelli, Barthez, Gassendi, Gerdy, Giraud-Teulon, Carlet et Marey) ont beaucoup analysé le mode de progression de l'homme, non sans fixer divers points que l'hygiène de l'exercice peut connaître avec avantage.

L'adhérence par frottement du pied au sol est la condition de la marche, comme l'adhérence des roues au rail est la condition de la progression d'une locomotive.

A l'aide d'une appropriation ingénieuse des procédés graphiques, Carlet a recueilli les notions suivantes :

« Dans la marche naturelle, le pied commence à se poser *en tombant* sur le talon; il continue son mouvement en s'appliquant par toute sa plante et *se déroule* sur le sol en s'y appliquant fortement par sa partie antérieure (la pointe du pied) pour se détacher finalement par son extrémité. » — « Au moment où l'un des talons vient toucher le sol, la pointe de l'autre pied y tient encore. » Il y a là une indication pour les fabricants de chaussures de fortifier, dans leurs semelles, les points qui pressent d'abord et le plus fortement le sol. Pendant la translation par la marche, « le corps n'abandonne jamais entièrement le contact du sol ». Il y a, dans un même pas, deux instants où les deux jambes appuient sur le sol; ce temps du « *double appui* » est d'environ un quart de seconde, dans la progression à raison de 60 pas à la minute, et d'un huitième de seconde dans la marche ordinaire d'un adulte, 120 pas à la minute.

La pression du pied sur le sol est plus forte pendant la progression que pendant la station; cette pression augmente avec la grandeur des pas. L'excès de la pression du corps en mouvement sur celle du corps au repos ne dépasse pourtant pas les deux septièmes du poids du corps.

En général, « la durée du pas diminue à mesure que sa longueur augmente ». A mesure aussi que les pas augmentent d'*étendue*, la *foulée* (pression) de la pointe croît dans le même sens, tandis que celle du talon demeure sensiblement constante; la jambe postérieure, du reste, n'est pas seulement propulsive, mais encore élévatrice; la jambe *à l'appui* ne sert qu'au soutien. « Il faut, dit Giraud-Teulon, sans doute qu'il y ait toujours un même espace entre la hanche et le sol pour le passage ultérieur de la jambe oscillante, afin d'éviter sa rencontre avec le support commun. »

Marey a institué une série d'expériences à l'aide de l'*odographe*. Parmi les résultats déjà fixés, nous notons les suivants : « Le pas est plus long en montée qu'en descente, plus long pour l'homme non chargé que pour celui qui porte des fardeaux, plus long *pour celui qui a des chaussures à talons très bas* que pour celui qui porte des talons élevés, plus long pour le marcheur dont la semelle est épaisse et se prolonge un peu en avant du pied que pour celui dont la chaussure est courte et flexible. » La fréquence augmente en même temps que la longueur dans la marche en plaine, mais dans le cas de pente ascendante du terrain, la longueur du pas en ralentit le rythme.

La ligne décrite par le centre de gravité est une courbe continue de la nature des sinussoïdes; l'amplitude des oscillations verticales du tronc croît avec la longueur des pas, mais c'est par en bas qu'elles peuvent s'étendre, car le niveau des maxima d'oscillations, c'est-à-dire d'élévation du pubis, est constant. Ceci démontre l'inconvénient de soumettre simultanément à des allures rapides des hommes de taille élevée et des fantassins exigus; ces derniers, ne pouvant prendre les grandes allures qu'en écartant assez les jambes pour abaisser le niveau inférieur des oscillations verticales, sont bientôt excédés par cette ouverture démesurée du compas.

L'éducation de la marche commence par faire *marquer le pas* sur place; puis, les élèves partent simultanément du même pied, au commandement; et selon une mesure que le moniteur et eux-mêmes comptent, en mar-

quant la cadence par un choc du pied sur le sol, plus énergique qu'il n'est nécessaire à la marche. Moins la cadence est rapide, moins les pas sont allongés. Le pas le plus habituel aux armées a une longueur de près de 0m,75 et une durée de 110 à 115 à la minute. Lorsque les soldats doivent marcher et qu'ils ont une route à faire, on ne les oblige plus à cadencer le pas.

Il faut apprendre aux enfants à marcher, mais éviter de leur imposer une marche soutenue, voire la station verticale prolongée ; ce serait le moyen de pousser, par la fatigue, aux inclinaisons vicieuses du pied et de la jambe.

Même chez les adultes vigoureux et déjà exercés, toute marche continue, avec ou sans fardeaux, doit être interrompue par des pauses d'heure en heure ou même de demi-heure en demi-heure, d'une durée de 10 ou 15 minutes, avec une ou plusieurs haltes plus longues. Si l'on doit marcher pendant plusieurs jours, il convient que les premières traites fournies ne dépassent pas 25 kilomètres par jour. On évite les marches de nuit, très fatigantes, parce que le pied se heurte aux inégalités du sol, que l'œil ne distingue pas. On recherche les accottements, souvent gazonnés, des routes, plutôt que le milieu de la chaussée. Au besoin, on fuit la poussière en prenant à travers champs (Voy. p. 354).

Le *pas gymnastique* et le *pas de course* s'enseignent également et réclament des prescriptions un peu plus compliquées que la marche ordinaire. L'homme n'est pas absolument taillé pour la course, et ce mode de mouvement est toujours, chez lui, un de ceux qui mettent en œuvre le plus complètement l'appareil musculaire et les organes respiratoires et circulatoires, dont le fonctionnement est lié à celui du précédent. C'est donc un excellent exercice, à la condition d'être pris à dose bien pondérées et progressives.

Dans le pas gymnastique, le pied rencontre le sol plutôt par la pointe que par le talon ; les muscles de la jambe et de la cuisse font ressort bien plus que ceux du pied. A cette allure, de même que dans la course, on recommande de ne pas respirer par la bouche, mais par le nez ; si l'on fait le contraire, l'essoufflement ne tarde pas à se produire et les forces font défaut. C'est qu'en effet, il a fallu, pour donner un point d'appui aux muscles des membres inférieurs, immobiliser le tronc dans la situation de l'effort, les parois abdominales contractées, le thorax en expiration virtuelle, suspendue par la fermeture de la glotte. Si le coureur dérange cette disposition pour faire une large inspiration, toute la base de ses efforts s'évanouit. Une haute capacité respiratoire, permettant au poumon de renfermer une bonne provision d'air au début de la course, est donc requise pour soutenir quelque temps cet exercice. Les non exercés n'y arrivent pas, ceux surtout dont le ventre développé diminue d'autant l'amplitude de la poitrine. Les cardiaques, les emphysémateux, doivent y renoncer ; l'expiration suspendue, qu'il faut garder pendant la course, favorisant elle-même le développement de l'emphysème vésiculaire.

Mais tout individu sain, fût-il délicat et peu robuste, peut être exercé à

la course avec avantage. Il suffit de lui doser cet exercice et de suivre une sage progression dans le travail fourni. On ne demandera qu'une course de quelques minutes aux commençants; quelques-uns ne devront pas la dépasser. Jamais la course, ni le pas gymnastique, ne pourront être considérés comme un moyen de gagner du temps dans une marche de longueur, comme celle qu'accomplissent les colonnes militaires. On ne permet pas, d'ailleurs, de faire durer cette allure plus de vingt minutes; encore n'y a-t-il que les soldats d'élite (chasseurs à pied) qui puissent réaliser la conception de la lieue en vingt minutes, et à la condition de faire la lieue suivante au pas de marche.

Dans la marche ordinaire, le balancement des bras en sens inverse de celui des jambes aide à la progression. Au pas gymnastique ou de course, les bras sont portés un peu en arrière du corps et oscillent alternativement; les avant-bras sont fléchis et relevés; cette attitude favorise la dilatation du thorax. L'homme qui tient une arme à la main perd notablement de ces avantages, lorsqu'il doit prendre l'allure de la course.

Le *saut en longueur* peut être rattaché aux modes généraux de la progression humaine. Joignons-y le saut *en hauteur*, qui sans avoir le même résultat, emporte le même effort musculaire que le précédent. L'un et l'autre sont le résultat d'une flexion brusque du pied, de la jambe, de la cuisse, suivie de la mise en jeu des extenseurs; c'est un ressort comprimé qui se détend. Pour aider au saut en longueur, il y a d'ordinaire une course préalable de quelques mètres; la vitesse acquise concourt à la projection du corps en avant. Dans les gymnases, on fait sauter au *tremplin*, planche flexible et élastique, qui fait mieux rebondir le corps du coureur. Tous ces mouvements, de plus en plus exceptionnels pour la structure de l'homme, sont bons, mais exigent des précautions également croissantes. On doit les proportionner à la capacité des individus, ne demander un surcroît d'efforts que très progressivement, ne pas presser les peureux, modérer les téméraires. C'est l'un des exercices dans lesquels il y a le plus de foulures, d'entorses, de fractures, de contusions, de hernies.

La marche, avec des modifications diverses et facultatives, a l'avantage d'être un exercice à la portée de tout le monde. Les hommes de cabinet, les gens âgés, les vieillards même, qui pour des raisons quelquefois légitimes répugnent aux pratiques du gymnase, font toujours bien de garder l'habitude de la marche, lors même qu'elle ne devrait revêtir que cette forme, dédaignée de Voltaire : la *promenade à pied*. Au moins peut-on quitter l'appartement, gagner quelque jardin public, sortir même de la ville et, en pleine campagne, prendre un grand bain d'air.

La *chasse*, à laquelle les hygiénistes nos devanciers pouvaient encore consacrer un article spécial, n'est aujourd'hui qu'une promenade à pied, avec le poids d'un fusil et d'un sac (trop souvent léger), en plaine ou en forêt, soutenue par l'intéressant spectacle de l'ardeur et du talent des chiens et à tout le moins, par l'espoir de la rencontre du gibier. Ce n'est pas moins un exercice fort salutaire. Il s'y mêle souvent des sauts d'obstacles, des courses de quelques centaines de mètres, imposés par les circonstances, qui rompent la monotomie de la marche et mettent

en œuvre les diverses ressources de l'économie au point de vue de la locomotion. Ajoutons que le chasseur ne suit jamais les chemins et que l'âpreté du terrain rend l'exercice particulier plus intense.

Il suffira de mentionner ici les « accidents de chasse », qui sont moins inhérents à l'exercice que dépendants de la maladresse ou de l'étourderie des chasseurs, à moins qu'ils ne résultent d'une infirmité visuelle. Les précautions à recommander ici ne s'adressent pas à un mode de mouvement mais à toute circonstance qui entraîne le maniement des armes.

Dans l'instruction militaire moderne, on conduit fréquemment les soldats manœuvrer à travers champs, c'est-à-dire dans les conditions qui ressemblent le plus à celles de la guerre. C'est encore un exercice plus varié que la marche sur une route, plus agréable et non moins fructueux pour le développement des forces, de l'adresse et surtout pour le perfectionnement des sens.

Pourquoi ne chercherait-on pas à donner ce caractère aux promenades des écoliers, pensionnaires, lycéens, etc., toujours utiles à titre d'exposition au grand air, mais un peu monotones, et qui deviendraient un réel exercice si l'on conduisait les enfants en terrain accidenté?

3. **La danse.** — La danse, très rapprochée physiologiquement de la marche, s'en éloigne notablement par son but. Elle recherche plutôt l'aisance et la grâce des mouvements que l'énergie. Or, ces qualités d'aisance ont leur valeur, et il n'est pas douteux que la pratique des bonnes attitudes ne contribue à la régularité du développement corporel. Cet exercice, peu fatigant, acquiert un prix particulier dans l'éducation des filles, qui d'ailleurs y inclinent naturellement. Mais l'hygiène n'entend pas précisément par *danse* ce que Dally appelait « d'indignes sauteries » et n'incline pas à développer les talents que l'on voit se produire plus tard dans ces milieux méphitiques, qui sont les salons modernes, et où le bénéfice de l'exercice disparaît absolument dans les vices du procédé.

4. **La natation.** — Bien qu'un peu moins dense que l'eau, le corps humain a précisément dans sa partie la plus lourde, la tête, les orifices des voies aériennes. La natation est donc une conquête de l'homme, un art. Elle exige des mouvements puissants des quatre extrémités, des inspirations larges et rares. Elle est donc un exercice recommandable, indépendamment du bain froid, dont elle a les avantages et les dangers (Voy. page 829). Les individus qui ont eu des maladies de poitrine, les emphysémateux, les cardiaques, feront bien d'en user modérément et surtout de ne pas *plonger*. Les maîtres nageurs ne sont pas ceux qui se noient le moins. A vrai dire, ils vont plus souvent à l'eau et sont peut-être plus téméraires que le reste des hommes. Faure a pensé que des adhérences pleurales méconnues, avec un certain degré d'emphysème, ont parfois causé la submersion du plongeur en ne lui permettant pas de reprendre suffisamment d'air au moment où il revient à la surface.

Le *patinage* est à peu près un jeu. *Sur la glace* et dans des conditions

suffisantes de sécurité, au point de vue de sa rupture, il est doublement avantageux, puisque c'est le moyen de faire de l'exercice au grand air pendant les froids intenses. Il développe les muscles des extrémités inférieures et active la respiration. Comme c'est une variété d'exercice qui ne dure qu'un temps, le patinage a des charmes auxquels nous ne conseillons nullement de résister.

Le *patin à roulettes* (*Skating*), qui a la prétention de faire durer ce divertissement, n'en a pas les avantages, puisqu'il se pratique en chambre et dans la poussière. On dit qu'il aide à la congestion utérine menstruelle et il paraît que les « demoiselles » s'y complaisent.

5. **Les divers modes de véhiculation.** — La promenade en voiture est celle des convalescents, des femmes délicates, des petits enfants et des vieillards. Mieux vaut ce mode passif de prendre le grand air que la stagnation dans les appartements. La promenade en bateau, pour celui qui ne rame pas, est absolument équivalente.

Les voitures attelées, les wagons de chemin de fer, les paquebots à vapeur, sont des moyens de locomotion qui ne comportent nullement la pensée d'exercice, mais dont l'hygiène se préoccupe à d'autres titres. Le point capital est la constitution du milieu atmosphérique, presque toujours trop limité, peu renouvelé, et par conséquent vicié, en bateau et en wagon.

Ventilation et chauffage des voitures. — Il est facile, au moins en été, d'aérer l'intérieur des voitures traînées par des chevaux ; il suffit d'ouvrir les glaces des portières. La situation est moins simple quand il s'agit des wagons de chemins de fer, par les temps froids surtout, mais aussi en été, alors que les voyageurs ont à redouter la poussière et la fumée. On y arrive, toutefois, en profitant du mouvement même du train, par l'installation de quelqu'un des appareils dont nous avons parlé (p. 578), par les grilles latérales à coulisses, par l'appel au moyen d'une baie ménagée à la lanterne centrale, telle que l'air intérieur s'échappe par cet orifice, sans que le courant d'air produit par la marche du train pénètre jusqu'aux voyageurs. Ce dispositif se rencontre dans les wagons américains (A.-J. Martin).

C'est encore là qu'on voit des poêles en tôle, assurant à la fois le chauffage et la ventilation (système Spears), des poêles à eau chaude (système Backer). Vallin et A.-J. Martin ont signalé, en France, le système Morel, qui consiste en un foyer à coke placé sous le plancher de la voiture, chauffant et ventilant à la fois, d'une façon salubre, paraît-il.

La chaufferette à eau chaude a prévalu, chez nous du moins. Il faut la renouveler et cela dérange les voyageurs ; mais le compartiment s'aère dans l'opération. Ancelon a montré comment on peut la maintenir chaude plus longtemps, à l'aide de l'acétate de soude cristallisé.

La chaufferette à eau est salubre et, sous ce rapport, bien autrement sûre que les chaufferettes à briquettes ou agglomérés, employées dans les *petites voitures* publiques, qui dégagent de l'oxyde de carbone et ont causé des accidents, dont quelques-uns mortels. On va jusqu'à imprégner les briquettes de nitrate de plomb (A. Gautier) pour les aider à brûler.

A Londres, le tunnel du *Métropolitan Railway*, où il passe 2 millions et demi de voyageurs par an et dont l'air est extrêmement vicié, est ventilé par des cheminées percées de 100 en 100 mètres de distance. L'aération des grands tunnels, comme ceux du mont Cenis et du Saint-Gothard, paraît être encore à l'étude.

Le mal de mer. — Tous les traités d'hygiène consacrent quelques lignes à ce malaise propre à la véhiculation par bateau et qui a valu à notre mot *nausée* de dériver directement du nom grec des navires (ναῦς), le *mal de mer*. C'est un état vertigineux, de tous points semblable à celui qui survient volontiers dans l'exercice de l'escarpolette, dans l'ascension des montagnes, et qui se présentait parfois après la saignée du bras, quand on la pratiquait encore. Des vomissements s'ensuivent, plus pénibles et plus durables que ceux des circonstances précédentes ; la situation prend même un aspect inquiétant chez quelques personnes. Il est possible que la théorie de l'*anémie cérébrale*, de Pellarin, donne la meilleure explication de ces troubles étranges. Mais elle indique qu'ils n'ont qu'un remède radical : la Terre. Comme prophylaxie, nous croyons peu aux élixirs spéciaux, aux ceintures préservatrices, ainsi qu'au collodion sur le ventre, au chloral, au bromure de potassium. L'*antipyrine*, vantée par Ossian Bonnet, a misérablement échoué sur les membres du Congrès d'Oran (1888) pour l'*avancement des sciences;* cependant, les stimulants généraux, le café, le vin généreux, l'eau-de-vie, aident le système nerveux à conserver l'équilibre, en même temps que l'abstention des aliments gras et sucrés et le recours aux condiments, un peu exagéré pour la circonstance, permettent à l'estomac de n'être pas dans cette disposition indécise qui se prête à la nausée. Quand cela ne suffit pas, le décubitus horizontal est la seule ressource.

6. **Les jeux.** — Comme le fait remarquer Philippe Daryl, les Français d'autrefois se livraient à divers exercices physiques, que le milieu, les incidents qui s'y produisaient, l'adresse qu'il fallait y déployer, rendaient singulièrement attrayants. C'était de la gymnastique sous la forme d'un plaisir. L'adolescence, la jeunesse et même l'âge mûr, y prenaient un égal intérêt et y trouvaient d'étonnantes ressources de souplesse, de grâce et de santé. L'éducation moderne, dans des immeubles trop étroits, desquels ont disparu les vastes cours et les préaux spacieux, la gymnastique d'Amoros peut-être, ont fait oublier ces divertissements distingués et salubres : les *barres*, que Dally regrettait tant, le noble *jeu de paume*, la *balle* sous toutes les formes (la *rabotte* des Parisiens du moyen âge), le *mail* ou *palemail*, la *boule* (d'où vient *boulevard*). Il est bien à désirer que les Français modernes y reviennent, à commencer par les lycéens, qui blémissent dans la *sédentarité scolaire* et le surmenage cérébral. Les jeux auront toujours, sur le cours de gymnastique, cette supériorité, de *n'être plus une leçon*. Ce qui est ridicule, c'est qu'on ne reprenne ces exercices, dans les classes qui se prétendent intelligentes, qu'autant qu'ils nous sont rapportés de l'étranger, sous les noms de *crickett*, de *tennis*, de *foot-ball* (Ph. Daryl).

Exercices d'appareils spéciaux. — *La voix et la parole.* — La production des sons, et particulièrement des sons articulés, met en œuvre, comme on sait, trois ou quatre ordres de muscles ou d'appareils : 1° un soufflet, le poumon et ses moteurs musculaires ; 2° un appareil à cordes vibrantes, avec leurs tenseurs, le larynx ; 3° des appareils de résonnance, la gorge, la bouche, les fosses nasales, les sinus des os de la face ; 4° des appareils d'articulation, la langue, les dents, le palais. Tout ce mécanisme compliqué a besoin d'éducation et d'exercice. D'où l'utilité de pratiquer, ne fût-ce qu'à ce titre, la *parole*, la *lecture à haute voix*, la *déclamation*, le *chant*. Remarquons tout de suite que la capacité pulmonaire est entraînée à s'élever par ce fait, en même temps que l'appareil spécial acquiert plus de précision. On ne doit pas *apprendre* à chanter avant que le larynx soit fait ; le moment, pour les jeunes filles, est vers seize ou dix-sept ans (Fonssagrives).

Il ne faut pourtant pas en conclure qu'en dehors des individus de moyenne constitution, qui peuvent retirer un bénéfice positif de cet exercice, la déclamation et le chant soient une réelle protection contre le développement de la phthisie. Il convient plutôt de ne pas demander ces exercices aux poitrines longues et fluettes, aux sujets à respiration courte, fréquemment atteints d'enrouement et de toux, non plus qu'aux pléthoriques, faciles aux congestions, plus ou moins suspects de lésion cardiaque. En revanche, s'il est certain que l'abus de la parole ou du chant entraîne volontiers l'enrouement et le catarrhe trachéal ou bronchique, il est plus que douteux qu'il ait des rapports avec l'éclosion de la phthisie pulmonaire ou laryngée. Les hernieux ou ceux qui portent une disposition à la hernie doivent également s'abstenir d'un usage immodéré de la voix et de la parole. Enfin, il n'est guère nécessaire de conseiller aux parleurs ou chanteurs de profession de suspendre au moins cet exercice lorsqu'ils souffrent d'enrouement ou de catarrhe.

Il est utile d'apprendre de bonne heure aux enfants à bien parler. Quintilien veut que la nourrice même du futur orateur parle correctement à son nourrisson. Nous croyons que tous se trouveraient bien d'une semblable pratique et que l'on pourrait supprimer sans inconvénient le zézaiement niais dont beaucoup de personnes se disant raisonnables usent avec les enfants. En définitive, les enfants, en apprenant à parler, ne font que de l'imitation; s'ils imitent mal, qu'on leur permette au moins de s'en apercevoir.

On a fait remarquer que les qualités du milieu atmosphérique, et spécialement l'hygrométricité, soit d'une saison à l'autre dans un même lieu, soit d'une contrée à une autre, modifient puissamment le caractère des sons modulés ou articulés. Œsterlen compare, sous ce rapport, les sons harmonieux, la richesse en voyelles, des langues de l'Italie, avec les sons gutturaux des langues du nord de l'Europe et de l'Amérique. Ici le climat est brumeux, soumis à de fréquentes et brusques variations ; le catarrhe perpétuel se traduit dans le langage des habitants. Là, le ciel est bleu, l'atmosphère transparente ; la voix humaine s'y propage sonore et mélodieuse ; c'est le pays des chanteurs inimitables, comme Athènes et Rome ont été la patrie des plus grands orateurs du monde.

Toute personne qui fait un exercice de lecture, de déclamation ou de chant, doit avoir l'estomac libre, la poitrine et le cou dégagé de toute constriction vestimentaire. Talbot, de la Comédie-Française, habitue ses élèves à respirer par le diaphragme (Lacassagne). Les orateurs, acteurs, chan-

teurs, s'abstiendront plus que tout autre d'excès quelconques, particulièrement d'aliments trop riches et épicés, de boissons alcooliques, de tabac. On sait qu'une glace, prise pendant la représentation, peut ôter la voix à un acteur pour le reste de son rôle. Les excès génitaux passent pour érailler la voix des femmes; peut-être que, dans les cas où le fait s'observe, il y a simultanément abus des alcooliques. Il va sans dire que les refroidissements ont une nocivité spéciale vis-à-vis des organes de la voix.

L'exercice de la parole et de la lecture à haute voix, pratiqué suivant certaines règles, est le traitement le plus efficace des vices d'articulation et en particulier du *bégaiement.*

Les organes des sens. — L'homme n'a pas la supériorité sur le reste des animaux au point de vue de la perfection et de l'acuité des sens; il rachète ce qui lui manque par l'équilibre et l'harmonie de ce fonctionnement et surtout par la puissance d'élaboration cérébrale dont les sensations et les perceptions sont l'objet. Tous les sens sont susceptibles d'éducation et en ont besoin; mais la vue et, peut-être plus encore, l'ouïe étant les sens qui nous font saisir le plus de rapports entre nous et le monde extérieur, ce sont ceux-là qu'il importe le plus de cultiver et de protéger; d'autant plus que les organes des autres sens se protègent pour ainsi dire d'eux-mêmes; dès que l'odorat, le goût et même le toucher sont impressionnés désagréablement, il nous est facile de faire cesser l'action du corps qui pourrait compromettre les organes de ces sens, par la même raison qu'il produit sur l'économie des sensations pénibles; il est moins simple d'échapper aux bruits (vibrations) trop intenses, à l'excès ou au défaut de lumière.

L'hygiène des organes des sens, dans la pratique ordinaire, est variable selon la situation de chacun; certaines professions ou occupations intéressent et même compromettent directement les yeux ou les oreilles. C'est donc essentiellement de l'hygiène spéciale. Mais l'éducation des sens est une nécessité générale, de toute condition et de tout âge, encore qu'elle doive plus particulièrement entrer dans les procédés pédagogiques. Cette éducation ne peut évidemment se faire qu'au milieu des objets dont les sens nous révèlent la forme, les propriétés, les rapports; elle ne saurait plus être de l'éducation en chambre. Les petits paysans et tous les individus qui passent leur vie au contact de la nature, acquièrent une étonnante acuité du regard, jugent merveilleusement de la forme et des couleurs et apprécient bien les distances; ils perçoivent les moindres bruits, en reconnaissent la provenance et rectifient les illusions que produisent le brisement et la réflexion des ondes sonores. La pénétration sensorielle des tribus sauvages est proverbiale; ces hommes finissent par être armés, sous ce rapport, aussi bien que les animaux dont l'œil et l'oreille sont le plus subtils. Il faut bien que les méthodes pédagogiques se plient à l'enseignement que ces observations portent avec elles; ici, encore, nous retrouvons la nécessité de faire sortir les écoliers des murs étroits de la classe et de les transporter de temps à autre dans la plaine ou dans les montagnes, dans les champs ou les forêts, et de les habituer à connaître et à dominer par l'intelligence ce monde physique ou vivant qui les entoure, les fait

vivre et renferme après tout nos connaissances positives. N'oublions pas que c'est aussi la préparation à la guerre moderne ; la terre est à celui qui la connaît le mieux. Heureusement ce mode d'éducation des sens, impérieux et que rien ne saurait remplacer, se trouve être le plus favorable à l'entretien et à la stimulation de toute la vitalité : ces leçons se donnent en plein air !

Un peu plus tard, l'élève initié à la contemplation des objets réels et aux bruits de la nature pourra s'élever jusqu'aux arts qui sont l'expression humanisée des perceptions visuelles et auditives, le *dessin* et la *musique*. Mais nous arrivons sur le domaine des exceptions et du privilège, des perfectionnements logiques mais non nécessaires, au seuil duquel s'arrête l'hygiène générale.

L'hygiène de l'ouïe paraît peu avancée. Il convient de recommander la *propreté* de l'oreille ; beaucoup de surdités disparaissent en seringuant d'eau tiède le conduit auditif, obstrué de cérumen. Gellé insiste avec raison sur la nécessité d'*endurcir* l'organe, en laissant l'air libre agir sur lui, en n'introduisant pas de coton dans les oreilles ; toutefois, il admet les oreillons au chapeau, par les grands froids, pour les gens qui n'ont pas de cheveux, ou les ont courts (soldats). L'alcool et le tabac seraient particulièrement nuisibles à l'organe de l'ouïe. Par ailleurs, on sait que l'oreille s'habitue selon l'occasion au bruit ou au silence ; mais que le silence prolongé est une souffrance ; ici, comme ailleurs, le sens réclame son élément. — Les artilleurs, les machinistes des locomotives, les forgerons, perdent tôt ou tard l'acuité ou même l'usage de l'ouïe. Les ouvriers dans l'air comprimé éprouvent, en arrivant dans le tube, un trouble dû à la rupture d'équilibre de pression entre l'air extérieur et celui de la caisse du tympan ; ils la font cesser avec quelques mouvements de déglutition.

L'intégrité de l'ouïe est liée à la santé de l'arrière-gorge, à celle du système osseux crânien, etc. Aussi ses lésions sont-elles souvent secondaires et indirectes.

(Pour l'hygiène de la vue, voy. *Éclairage*, *Tabac* et *Hygiène scolaire*.)

Fonctions génitales. — Ces fonctions n'appartiennent qu'à une période de la vie, un peu plus longue chez l'homme que chez la femme, mais qui est essentiellement l'âge de la vigueur physique et morale. C'est qu'elles ont pour but la perpétuation de l'espèce et que leur accomplissement a pour résultat naturel d'imposer à l'individu la charge de nourrir et de protéger plusieurs êtres ; or, l'enfance humaine dure longtemps. La nature a tout fait, d'ailleurs, pour assurer ces fonctions ; on dirait qu'elle est plus soucieuse de la reproduction des espèces que de la conservation des individus. L'instinct génital s'éveille chez l'homme et la femme, au moment où ils viennent d'atteindre leur complet développement et où ils sont dans le plein épanouissement de la force et de la beauté ; le rapprochement des sexes est précédé des émotions les plus profondes que l'homme doive éprouver durant toute sa vie, accompagné et suivi des sensations les plus pénétrantes. Entraîné lui-même par cette puissance muette et souveraine, l'esprit humain a paré l'instinct génital des ornements les plus délicats dont

il dispose, et la civilisation a mis au service de la fonction tous ses raffinements et ses élégances. On a poétisé et divinisé l'amour; éclatant hommage, dont l'homme seul était capable, à la loi éternelle de continuité des êtres.

Donc ceux-là qui se refusent à entrer dans le concert universel sont hors de la vérité et mentent à la physiologie. Il n'y a pas de sophisme ni de raison mystique qui puissent tenir devant une loi si claire : le célibat est faux et mauvais. L'apôtre Paul écrit aux Corinthiens : « *Qui matrimonio jungit virginem suam bene facit; et qui non jungit, melius facit;* » mais, dans la même lettre, il a déjà dit : *Melius est nubere quam uri.* »

Cependant, rien qu'en France, il y a 200,000 célibataires au nom de l'idée religieuse. Nous voyons bien ce que la patrie française y perd d'honnêtes familles et de vaillants défenseurs, en ce temps où les prières n'ont plus d'efficacité sans les fusils. Mais nous ne savons trop ce que l'Église y gagne, aujourd'hui que la presse dit tout et qu'il y a des brèches aux vœux de chasteté, comme il y en a toujours eu.

Les rapports sexuels ne sont, toutefois, positivement salutaires que dans la plénitude de la période de reproduction ; au début et à la fin de cette période, ils compromettent l'épanouissement des forces ou en précipitent la décadence. Il importe d'épargner aux jeunes gens des deux sexes les influences de milieu qui peuvent solliciter prématurément les appétits génésiques, d'occuper leur intelligence plus que leur imagination et de maintenir le système nerveux sous la dépendance de la volonté en entretenant l'habitude de l'exercice énergique et en plein air. Ce dernier procédé, qui est le frein le plus sûr et le plus physiologique, a l'immense avantage d'être aussi la meilleure préparation à l'accomplissement ultérieur des fonctions génitales. Il est plus facile à appliquer chez les garçons que chez les filles, et, pourtant, celles-ci sont naturellement sédentaires, plus exposées à l'oisiveté, instruites dans l'art de plaire et allant au-devant des occasions, plus impérieusement dominées par les besoins génitaux et plus faibles dans la résistance. Il y aurait, à cet égard, d'importantes modifications à apporter à l'éducation de la femme dans les mœurs actuelles.

Le moment où se déclare la puberté est une époque critique, chez la jeune fille surtout, et c'est l'affaire de la mère de famille ou de l'institutrice de surveiller cette phase évolutive et d'instruire, sans affectation ni mystère, l'enfant qui se fait femme. Du reste, il est probable que la haute pruderie du siècle, les airs mystérieux que l'on prend vis-à-vis des enfants, le soin que l'on a de séparer les sexes à l'école, à l'église, les réserves de convention qu'on s'efforce de leur imprimer, réussissent à surexciter les désirs et à aiguillonner les audaces juvéniles bien plus qu'à les contenir. La Grèce ancienne qui, certes, n'était pas sans vices, ne connaissait pas cette interdiction des rapports ordinaires entre l'homme et la femme enfants; en Angleterre et en Amérique, on ne creuse pas cet abîme entre les garçons et les filles ; et il est notoire que chacun des sexes y gagne en franchise et en dignité.

Même avant l'époque de la puberté, des circonstances diverses, quelque-

fois inattendues, éveillent prématurément le sens génital, dans l'un et l'autre sexe, et provoquent chez les enfants les « habitudes solitaires », qui n'ont probablement pas toutes les conséquences dont Tissot a fait le tableau, beaucoup trop chargé, mais qui, sans aucun doute, sont une cause de débilitation profonde, enrayent le développement physique et intellectuel et, par un effet singulier, détournent précisément l'individu du fonctionnement sexuel normal. Les parents et les maîtres doivent savoir surprendre ce vice et le poursuivre avec persévérance et sagacité en obligeant l'enfant à vivre en public, en le soumettant à l'exercice et au bain froid, en surveillant la forme des vêtements, la composition du couchage, la durée du sommeil, de façon à supprimer toutes les sollicitations et toutes les occasions.

Supposons l'homme et la femme régulièrement arrivés à la maturité de la période génitale. Ou bien l'union des sexes est retardée pour des motifs de divers ordres, ou bien elle a lieu par le mariage, dans lequel nous n'avons à voir ici que l'acte d'obéissance à la loi naturelle (ce n'est pas autre chose, d'ailleurs, que les lois civiles et religieuses ont codifié). Dans le premier cas, l'homme peut, avec de la volonté, en évitant les excitations de milieu, en maintenant assidûment la prédominance du fonctionnement musculaire sur le fonctionnement nerveux, garder la continence pendant des années, protégé par des évacuations séminales spontanées, vraiment physiologiques, à intervalles assez éloignés, la nuit le plus souvent, accompagnées d'érection et de sensation voluptueuse. La femme a ses règles, qui constituent une exonération naturelle équivalente, mais qui, toutefois, la fatiguent davantage et lui font un besoin de repos, de calme, de précautions particulières vis-à-vis des influences climatiques. Si elle est robuste, sans excitabilité maladive, dans un milieu sain, elle peut, aussi bien que l'homme, retarder sans danger positif le moment où elle cédera à sa vocation naturelle, d'être épouse et mère. Malheureusement, pour l'homme et pour la femme, l'issue de la lutte contre les penchants génitaux est loin d'être toujours glorieuse ; partout où il y a des adultes astreints à la continence forcée, il y a un certain nombre d'individus qui s'adonnent à des manœuvres compensatrices; ce serait, d'après Oesterlen, chose commune chez les soldats, les matelots, les séminaristes, les moines et les nonnes, à moins qu'il n'y ait pis encore.

Dans le second cas, l'homme et la femme se possèdent réciproquement et en toute liberté, sous la protection des lois, ne fût-ce que la loi de liberté individuelle. La situation est conforme à la physiologie, mais jusqu'à quelle limite va-t-elle rester dans l'ordre compatible avec la santé ? Il serait puéril et d'une parfaite inutilité de discuter s'il n'y a pas lieu de mesurer l'exercice de la fonction génitale aux nécessités de la reproduction. L'homme échappe, en ceci, à la loi commune; il est très peu assujetti à l'influence des saisons, à la périodicité, à l'état de préparation végétative des organes mâles et femelles ; c'est donc qu'il lui est permis d'user, plus largement que le reste des êtres, d'aptitudes qu'il possède à un si haut degré. Et il n'en va pas autrement.

Pourtant, il y a un point qui est l'*excès;* le moment arrive plus ou moins vite selon les individus et, apparemment, plutôt chez l'homme que chez la femme, qui perd moins dans l'acte génital et peut n'y participer que d'une façon passive. Ces excès ne sont pas rares chez les jeunes mariés, particulièrement chez l'homme qui a souffert de la continence avant le mariage et qui ne pense pas que l'on puisse abuser des plaisirs permis. On ne saurait en ceci faire aucun fond sur le nombre des actes de vigueur accomplis par jour, par semaine; il y a excès lorsque les rapprochements sont suivis d'une fatigue prolongée, d'une diminution notable de la capacité physique et surtout intellectuelle dans le jour d'après, lorsque d'autres fonctions organiques, la digestion spécialement, en sont altérées; à ce moment aussi, il est facile de reconnaître que le désir ne correspond plus au besoin et n'existe que dans le cerveau; des excitations factices sont nécessaires pour rendre leur capacité aux organes virils.

Les *excès sexuels* ont été accusés de beaucoup de maux, dont, en effet, ils ne sont pas innocents. Cependant, au moins en ce qui concerne l'homme, à qui d'ailleurs ils sont plus redoutables qu'à la femme, il n'est pas absolument facile de commettre longtemps de tels excès, à moins de se départir du mode physiologique. Aussi n'en voit-on guère jamais les conséquences chez les couples réguliers (on dit pourtant que cela est arrivé à un roi d'Espagne). Les maladies consomptives, des centres nerveux particulièrement, consécutives aux excès génésiques se rencontrent chez ceux qui ont fait du plaisir le but unique de leur existence inutile, qui associent aux jouissances sexuelles la débauche sous diverses formes, qui recourent aux excitants artificiels pour réveiller leurs sens épuisés. Encore se demande-t-on si cette dépravation n'avait pas déjà elle-même une origine maladive.

Ce qui vient d'être dit des « excitants factices » nous dispense d'ajouter que l'hygiène n'en approuve aucun, même lorsque l'incapacité génitale n'est pas le résultat de l'épuisement et que la victime est seulement malheureuse et non coupable. Il n'y a, on l'a dit, qu'une sorte d'*aphrodisiaques*: la santé et la jeunesse. Ajoutons-y le contact de la femme aimée, avec la réserve que ce dernier excitant lui-même peut quelquefois entraîner au delà du but.

La *grossesse* et l'*état puerpéral* de la femme sont des phases de la période génitale, pendant lesquelles l'observation de toutes les règles de l'hygiène générale s'élève en importance. Plus que jamais il faut à la femme, qui doit suffire à deux existences, de l'air pur, une habitation salubre, des vêtements peu sensibles aux variations thermométriques ou hygrométriques, entretenus propres et ne déterminant aucune constriction. Le régime alimentaire doit être généreux, sans propriétés excitantes. L'exercice est naturellement suspendu pour l'accouchée, mais la stagnation est malsaine à la femme enceinte. Celle-ci adoptera les modes les plus simples du mouvement, s'interdira l'usage du cheval, se défiera du chemin de fer, ne renoncera pas à la promenade à pied ou dans une voiture bien suspendue. Les femmes robustes et d'éducation agreste, comme celles de la campagne, ne changent, en pareil cas, à peu près rien à leur travail habituel, sauf

quand leur fardeau utérin devient lourd à l'excès; ce n'est pas moins là que les couches sont le plus faciles et heureuses et que les produits en sont le plus viables.

Actes de la vie organique. — Les actes de la vie organique n'échappent pas tous absolument à l'influence de la volonté et, parmi eux, ceux qui paraissent y échapper le plus complètement peuvent être ramenés, par un détour, sous cette même influence. La facilité et la précision avec lesquelles, à la suite de l'exercice, s'exécutent les mouvements volontaires sont, en définitive, le résultat de l'habitude. Or, il n'est nullement impossible de faire prendre des habitudes bonnes ou mauvaises (nous ne visons que les bonnes) à nombre d'organes de la vie végétative. Pour ne prendre que deux ou trois exemples, on peut *faire l'éducation* de l'estomac, du rectum, de la vessie.

Nous arrivons sans peine à habituer l'estomac à fonctionner trois ou quatre fois par jour, à accepter un labeur moindre le matin et le soir, un labeur plus considérable à midi. C'est fort commode en vue de nos occupations journalières, et ce qui est heureux, c'est que l'estomac lui-même se trouve bien de cette régularité. Les individus, les femmes surtout, qui ont la mauvaise habitude de manger à toute heure (sauf peut-être celle des repas), ne pourraient-ils s'appliquer ce moyen d'hygiène? Sans aucun doute, et les enfants eux-mêmes peuvent être dressés plus tôt qu'on ne croit à adopter un petit nombre de repas à heure fixe. Bien plus, on peut et l'on doit, dans l'intérêt de la nourrice et du nourrisson, régler les tétées des enfants à la mamelle.

Il est possible, il est nécessaire de faire l'éducation du rectum. La défécation chez l'homme, en considérant la nature mixte de son régime alimentaire, doit avoir lieu au moins une fois par jour chez tout le monde et deux fois chez les paysans et ouvriers, qui ingèrent des repas copieux, du pain, des féculents, des légumes, formant un volume considérable et renfermant beaucoup de matière inutilisable. Néanmoins, dans toutes les classes, les femmes ont l'air d'être vouées à la constipation, et il est beaucoup d'enfants absolument dans le même cas, au point que, parmi leurs maladies propres, il est une variété d'*entérite* qui relève de cette circonstance. La raison de cette constipation, presque constamment, consiste uniquement dans le fait que l'individu a pris peu à peu l'habitude de ne pas essayer l'évacuation naturelle en temps voulu, c'est-à-dire chaque jour. La station assise prolongée, les occupations sédentaires, chez la femme; la paresse, une certaine pruderie d'éducation et la négligence des parents, en ce qui concerne les enfants, expliquent cet oubli et légitiment le conseil d'hygiène : de se présenter tous les jours à la garde-robe, à la même heure, le matin de préférence, et de faire des efforts d'expulsion, qui seront peut-être infructueux une fois ou même deux, mais finiront par aboutir et par établir chez l'organe l'habitude convenable à la santé. Le précepte n'est pas d'hier, puisqu'il était déjà formulé par Locke. Michel Lévy l'a reproduit, et, il y a quelque temps, il entrait non sans justesse dans la méthode fort louable qui s'est intitulée : la *thérapeutique par le mouvement fonctionnel.*

La vessie n'est pas moins accessible à la régularisation de son fonction-

nement dans le sens le plus favorable au bien-être de tout l'individu. Le plus souvent, on abuse plutôt de la complaisance de ce viscère pour l'obliger à se dilater outre mesure, au détriment de sa tonicité musculaire; les femmes encore, quoique peu favorisées anatomiquement, y sont presque contraintes par les « convenances sociales »; les enfants, par l'étourderie de certains pédagogues; les adultes hommes y sont entraînés par l'usage abondant de diverses boissons, la bière en particulier. C'est, néanmoins, une grave imprudence et dont les conséquences désastreuses se retrouvent dans l'âge sénile. Quel que soit l'entourage, le milieu, fût-on en cérémonie ou en chemin de fer, il faut vider la vessie à temps et la vider complètement; l'exercer, en d'autres termes, à user dans toute son étendue de sa puissance musculaire, et à ne jamais se laisser vaincre ou s'allanguir.

B. Gymnastique proprement dite. — Tout exercice qui se propose de rendre l'homme plus apte à un travail déterminé, plus résistant dans les circonstances difficiles de telle ou telle carrière précise, peut, à la rigueur, être considéré comme de la gymnastique. Le travail professionnel lui-même est une gymastique de chaque jour, puisque l'ouvrier se perfectionne et se développe à mesure qu'il répète et fournit du travail.

Ce n'est pourtant pas là ce que nous entendrons ici par la gymnastique. Nous croyons que les exercices dont elle se compose doivent avoir pour caractère de développer la musculature et la vitalité générales plutôt que tel appareil particulier; de chercher à atteindre le parfait équilibre entre toutes les fonctions, entre les aptitudes physiques et la capacité intellectuelle, plutôt que de viser à la prédominance de l'un ou l'autre élément et à l'adaptation, même la plus élevée, des facultés humaines à une modalité spéciale. Nous ne trouvons pas que la culture cérébrale exclusive soit beaucoup plus absurde que la préparation exclusive à la guerre, qui se pratiquait chez les Spartiates et chez les Romains des premiers temps; c'est toujours *une gymnastique*, mais ce n'est pas *la gymnastique*, comme la physiologie, l'hygiène et la raison la réclament.

Le mot vient de Γυμνός qui signifie *nu*. Il est vraisemblable qu'il s'appliqua d'abord aux exercices des *athlètes* qui effectivement, couraient, sautaient, luttaient, lançaient le disque et le javelot (*pentathlon*), revêtus d'un simple caleçon (ζῶσμα), ou même entièrement nus, sauf peut-être à Athènes. Plus tard, il resta, quoique les emplacements ménagés pour les exercices et les jeux athlétiques, les espaces plantés d'arbres ou recouverts, la piste d'un stade (200 mèt.), aient groupé, peu à peu, dans leur enceinte ou dans des annexes spéciales, tous les endroits réservés aux exercices du corps et même de l'esprit. Mais, dès lors, le *gymnase* avait essentiellement changé de physionomie et de destination. Pendant que les Doriens, race conquérante, brutale, peu nombreuse et bien décidée à garder l'oligarchie primitive, continuaient à ne cultiver que la préparation à la guerre, à sacrifier l'individu et la famille à la prépondérance nationale, les Athéniens cherchaient dans la gymnastique, tout à la fois le développement de la force et de la forme humaines, la santé et la grâce; la femme était appelée à en bénéficier, selon ses aptitudes et sa destination; les esclaves mêmes étaient admis aux *Cynosarges*; les philosophes descendirent au gymnase, et les joutes intellectuelles devinrent le pendant régulier

des luttes physiques. La gymnastique n'exclut personne et ne favorise pas une sélection impitoyable ; elle tend, au contraire, la main aux faibles et prétend utiliser toutes les forces nationales sous quelque forme qu'elles se présentent.

Il semble bien que les jeux athlétiques n'aient pas tardé à devenir le monopole d'un petit nombre d'individus, apparaissant dans les fêtes de la Grèce, à titre de spectacle donné au peuple, comme on voit aujourd'hui dans nos cirques des acrobates de profession. Ce n'était point une mauvaise pratique de s'exercer nu, surtout sous le soleil de la Grèce, et les soldats d'Agésilas, à la peau brunie et hâlée, n'avaient pas tort de soupçonner une faiblesse profonde sous la peau blanche des Perses. Mais il est à présumer que les athlètes ont plutôt ruiné que soutenu la gymnastique grecque. Les exercices donnés en spectacle n'entraînent pas la masse ; on aime mieux regarder qu'imiter. Le vrai moyen d'écarter de la gymnastique la plupart des gens, c'est de donner ce nom à des actes que la plupart ne peuvent pas accomplir.

Les Romains de la République s'exerçaient énergiquement à la marche sous les armes, à l'équitation, au terrassement; c'étaient les premiers terrassiers du monde. Ils se jetaient dans le Tibre après les exercices, comme les Spartiates dans l'Eurotas. Nul doute que ces pratiques n'aient vigoureusement trempé la population virile; le monde entier put s'en apercevoir, à l'époque. Elles entraînaient, sans doute, aussi, quelque peu de sélection, dont l'histoire ne parle pas. Mais là n'est point la gymnastique vraie, la gymnastique athénienne. Les Romains ont l'air d'en avoir été incapables; quand ils eurent conquis la Grèce, ils ne lui empruntèrent que les exercices qu'on donne en spectacle : encore imprimèrent-ils à ceux-ci leur caractère cruel et sanguinaire; les jeux des athlètes se transformèrent en combats de gladiateurs.

Le moyen âge n'a pas soupçonné la gymnastique. Le christianisme avait de bonnes raisons pour favoriser l'abandon des jeux du cirque ; il est d'ailleurs hostile à la nudité, à la recherche corporelle, aux soins de « l'enveloppe périssable ». L'aristocratie barbare continua, il est vrai, les traditions de gymnastique guerrière ; mais cela ne profitait guère qu'aux chevaliers, et bientôt la poudre à canon allait rendre inutiles ces merveilleuses joutes à la lance sous des armures de fer.

L'idée de la gymnastique, comme moyen d'élever la vigueur et la santé générales, fut ramenée sur le monde par les réformateurs religieux et les philosophes, Luther, Mélanchthon, Zwingle, J.-J. Rousseau. On songeait enfin à l'enfance, à l'école, à la jeunesse, quelles qu'en soient la provenance et la destination. Telle est la véritable voie.

On a dit que la renaissance de la gymnastique nous vient d'Allemagne; ce n'est pas absolument une erreur. La gymnastique, telle que la préconisaient Jahn et Jäger, ne nous semble pas l'idéal ; ces exercices conservent, presque par toute l'Allemagne, le caractère d'une préparation à la guerre, que nous croyons ne devoir être qu'une spécialisation dans des cas donnés; néanmoins, il faut se souvenir que ce fut au nom du salut de la patrie allemande et dans le but formel de la régénération nationale que Friedrich-Ludwig Jahn, en 1811, appela toute la jeunesse de son pays à se raidir physiquement et moralement contre l'invasion étrangère. Son gymnase fameux (*Turnplatz*), établi à Berlin, fut le modèle des gymnases provinciaux et le point de départ de cette association de gymnastique (*Turnverein*), qui a eu une si grande influence sur les destinées de l'Allemagne. Le gymnase était un lieu où l'on exerçait le corps et où l'on faisait des discours patriotiques, dont la haine de la France était la conclusion uniforme. On y fit même assez de politique pour porter ombrage aux gouvernants et l'association fut dissoute en 1819. Mais le branle était donné; la gymnastique reste dans les écoles

germaniques de tout degré, en conservant ce relief, non usurpé vraiment, d'être la principale source de la supériorité acquise aujourd'hui à l'Allemagne. La Prusse applique à l'aguerrissement de son armée le système peu modifié du « père Jahn » (*Vater* Jahn) et l'a à peu près imposée aux armées des autres États de l'Empire. Il y a aujourd'hui 1,400 *Turnvereine* en Allemagne.

A vrai dire, la Suisse et la Belgique ont de même des gymnases d'école, des gymnases municipaux et publics dans presque toutes les communes, sans compter les clubs-gymnastiques ou sociétés particulières, qui sont peut-être une institution moins heureuse, comme nous le dirons.

En France, la gymnastique n'était ni méconnue ni méprisée ; les travaux de Sabbathier (1772), de Tissot (1781), d'Amar Duvivier et Jauffret (1803) ; en font foi. Cependant, comme il est arrivé en d'autres occasions, la gymnastique a eu l'air de nous être rapportée par des étrangers : Clias (de Berne), qui ne fut connu en France qu'à partir de 1840, mais qui enseignait depuis 1810 et fut probablement le maître de Jahn ; le Suédois Ling (1813), le « colonel » Amoros, qui était Espagnol; sans compter les enseignements empruntés à Jahn. Nous n'avons pas à en rougir; d'ailleurs la gymnastique de Jahn est militaire, celle de Ling médicale; Clias a fait de la gymnastique de sauvetage, Amoros, de la gymnastique de fantaisie (Dally); Triat et Paz ont, au contraire, institué à Paris la gymnastique vraie, celle de tout le monde. (Triat avait débuté en Belgique, à Liège.)

Les divers procédés de la gymnastique. — D'après ce qui vient d'être dit, on admettra aisément que la gymnastique soit *générale* ou *spéciale*. La première emprunte son caractère à ce double fait : qu'elle s'adresse à toute la musculature ou plutôt à toute la vitalité et qu'elle répond aux besoins de tous les individus, quel qu'en soit le sexe et quelle qu'en doive être la destination professionnelle. La seconde prépare surtout des soldats, des sauveteurs (sapeurs-pompiers) et certains artistes, dont nous dirons un mot.

Dans la gymnastique générale elle-même, il y a des méthodes différentes, dont la valeur mérite d'être discutée, et que nous exposerons en allant du simple au composé.

1° *Gymnastique libre et sans appareils.* — Le type de celle-ci est la méthode de Schreber (1852), renouvelée d'ailleurs de Ling et de Pestalozzi, et dont Lacassagne extrait le spécimen ci-dessous, conseillé aux adultes à profession sédentaire :

Exécuter avec le bras un mouvement circulaire (20 fois). — Étendre les bras en avant (30 fois); — en dehors (30 fois); — en hauteur (12 fois); — 8 à 10 respirations fortes et profondes.

Exécuter un mouvement circulaire avec le tronc (30 fois) ; — se frotter les mains (80 fois); — redresser le tronc (12 fois); — élever la jambe latéralement (18 fois); — 8 à 10 respirations.

Rapprocher les jambes (8 fois) ; — étendre et fléchir le pied (40 fois) ; — exécuter un mouvement analogue à celui de scier (30 fois); — élever le genou en avant (12 fois) ; — 8 à 10 respirations.

Lancer les bras en avant et en arrière (10 fois) ; — s'accroupir (24 fois) ; lancer les deux bras latéralement (100 fois) ; — 8 à 10 respirations.

Exécuter le mouvement analogue à celui de fendre du bois (20 fois) ; — de faucher (24 fois) ; — trotter sur place (300 fois) ; — 8 à 10 respirations.

Lancer la jambe en avant et en arrière (24 fois) ; — latéralement (24 fois).

Une partie, au moins, de ces exercices, est encore à la portée même des infirmes. Dans l'ensemble, c'est une gymnastique d'appartement, parfaitement appropriée aux besoins des gens de cabinet; à quiconque l'aura essayée, il sera démontré qu'elle est plus énergique qu'elle ne le paraît au premier abord, qu'elle peut aisément amener la sudation, que c'est en somme un exercice fort sérieux et, surtout, bien équilibré. Elle entre encore pour une bonne part dans le système de Linz, vanté par Roth (de Londres). Néanmoins, il ne semble pas que, pour la jeunesse, on doive en retenir autre chose que les principes : la *pondération* et la *facilité* des mouvements. Il est probable, en effet, que la monotonie de ces actions dans le vide deviendrait un grave obstacle à leur acceptation par des jeunes gens, chez qui la vie déborde et qui ont la patience courte. Dans la réalité des

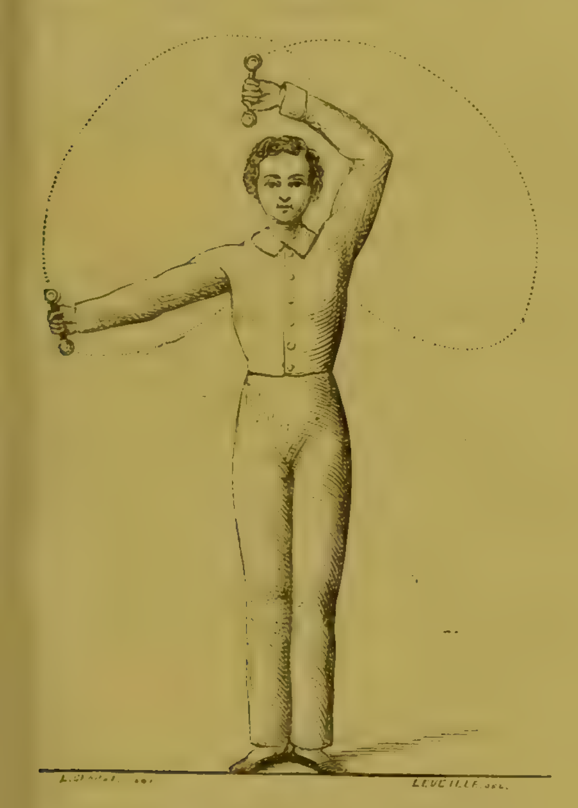


Fig. 243. — *Attitude des bras armés des haltères courts.*



Fig. 244. — *Exercice avec le bâton.*

choses, d'ailleurs, nos mouvements s'appliquent à des objets sensibles, et l'on ne peut absolument contrarier le besoin naturel que nous éprouvons de diriger nos efforts vers un but saisissable. Quoi qu'en aient pensé Dally et Proust, si l'on a recours à la « rude et sévère discipline » pour imposer aux élèves une heure d'ennui quotidien, sous prétexte d'assouplissements, on ne réussira pas plus à leur faire prendre l'habitude de la gymnastique, dans notre pays au moins, que les mesures de rigueur n'ont réussi à leur faire aimer la thème grec. Que l'on commence la série des leçons et même chaque leçon par des exercices libres, par des *formations* de sections et quelques mouvements d'ensemble (marche *militaire*, marche *des gladia-*

teurs). Mais que cela ne dure pas trop longtemps et ne se répète pas jusqu'à satiété. Qu'il soit surtout visible pour les élèves que c'est la préparation à autre chose.

2° *Exercices libres avec instruments mobiles.* — Brouwers et Docx proposent (en Belgique) pour toutes les écoles et comme instruments d'absolue nécessité : 1° le fossé-sautoir ; 2° le sautoir fixe formé au moyen de deux montants gradués réunis par une ficelle mobile ; 3° une table à échelons pour les sauts en profondeur ; 4° de petits bâtons pour les luttes ; 5° la corde pour la lutte de traction ; 6° le bâton pour assister les petits enfants dans les courses et dans les sauts ; 7° la canne pour le travail à deux mains (fig. 244) : 8° la petite perche pour les luttes ; 9° les perches verticales (réunies au besoin par 12 ou 24). Et comme *instruments récréatifs :*

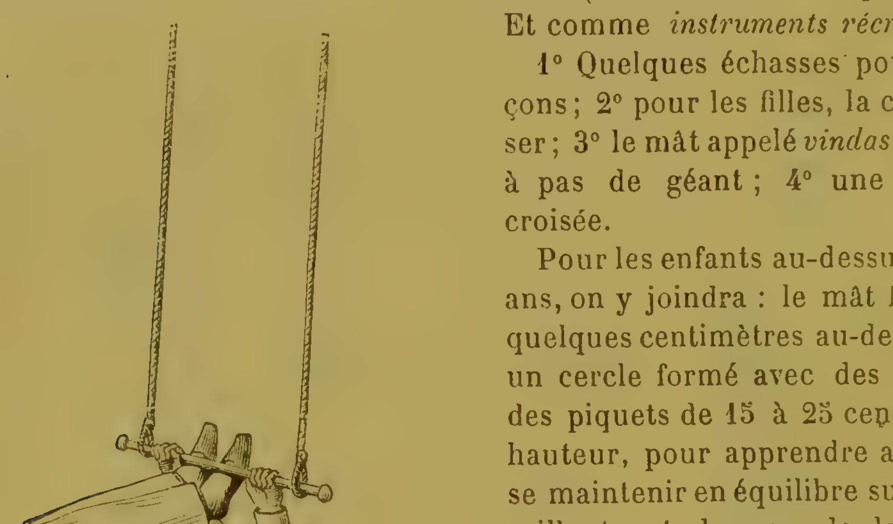


Fig. 245. — *Trapèze d'Amoros.*

1° Quelques échasses pour les garçons ; 2° pour les filles, la corde à danser ; 3° le mât appelé *vindas* ou *appareil* à pas de géant ; 4° une balançoire croisée.

Pour les enfants au-dessus de douze ans, on y joindra : le mât horizontal à quelques centimètres au-dessus du sol ; un cercle formé avec des pierres ou des piquets de 15 à 25 centimètres de hauteur, pour apprendre aux élèves à se maintenir en équilibre sur des objets saillants et de peu de largeur ; une planche d'assaut, la corde lisse, une perche pour les sauts en hauteur, des xylofers, des *haltères* courts (fig. 243) du poids de 2 à 10 kilogrammes, des haltères longs.

Avec ces instruments s'exécutent les exercices de pied ferme ou *de plancher* (Triat). On peut y joindre les *tirages continus* de N. Laisné, avec ressorts, pour « les demoiselles », à qui les évolutions en l'air ne conviennent que dans de justes limites.

3° *Gymnastique avec les agrès et les appareils fixes.* — Les *agrès* sont fixes par l'une de leurs extrémités, mobiles par l'autre : *perches* fixées par en haut, *échelles de corde*, cordes lisses ou à nœuds, attachées de même ; *anneaux* et *trapèzes* (fig. 245). Les *barres fixes*, les *barres parallèles*, les *échelles de bois* verticales, obliques, horizontales, les *poutres à équilibre*, *planches à rétablissement*, *murs à rainures* pour l'escalade, les *poteaux* pour soutenir les fils du saut (seuls appareils mentionnés par le *Manuel de gymnastique français*), les *chevaux de bois*, le *tremplin*, les *vindas*, sont des *appareils fixes*. Triat et Dally pensent avec infiniment de raison qu'on ne saurait trop varier les agrès et appareils. Bien qu'ils aient cru devoir

accorder, au point de vue hygiénique, la préférence aux exercices *de plancher* sur ceux *de voltige*, il semble cependant que l'équilibre dans l'appel au développement musculaire exige, pour le maintien de l'harmonie des formes, que l'on combine les exercices de pied ferme avec ceux *de suspension* et *d'appui*. Quant aux *girations* ou culbutes, leur utilité est contestable.

Les agrès et appareils sont, d'ordinaire, suspendus à un *portique*, ou réunis autour de cette construction, qui est elle-même un appareil. Dally préfère judicieusement les multiplier en les répartissant à la périphérie de la salle, dont le centre reste libre.

La gymnastique peut servir à tous les âges; pourvu qu'elle soit proportionnée. Les exercices aux agrès et appareils n'admettent guère les jeunes gens avant quinze à seize ans.

L'écueil à éviter, dans ces exercices, est que quelques-uns d'entre eux inspirent aux élèves la terreur ou le sentiment de leur incapacité. Les anneaux, le trapèze. la barre fixe, les barres parallèles, le saut au tremplin, le saut périlleux, le « cheval » (madrier matelassé pour saut en longueur), le portique même, quoique à peu près sans danger, sont positivement inabordables pour un certain nombre d'élèves, qui se contentent de voir les plus hardis *faire des tours*. En outre, beaucoup des appareils sus-énumérés n'admettent qu'un élève à la fois et nécessitent la présence d'un maître pour guider l'élève et, au besoin, le soutenir et le préserver d'accidents sérieux. A l'école de Joinville-le-Pont, Chassagne et Dally reconnaisent que 8,000 hommes, appliqués à la gymnastique aux agrès, ont 30 entorses, 19 contusions et 2 fractures; c'est peu, sans doute, mais ce serait trop, si cette gymnastique spéciale n'était légitimée par les nécessités de l'entraînement militaire. Un seul homme est tombé du portique, en six ans, et sans se blesser ; mais, il s'agit de soldats. Les mêmes auteurs se flattent que, dans l'exercice d'escalade, avec le fusil en bandoulière, cinq ou six hommes seulement restent « au pied du mur », vaincus par la fatigue. Mais c'est donc que cette prouesse n'est pas accessible à tout le monde. Il y a plus et les observations de Chassagne et Dally, les premières qui aient donné ce renseignement, prouvent qu'un certain nombre d'individus *perdent* à la pratique de la gymnastique violente et imposée uniformément à toutes les constitutions. Le périmètre thoracique, chez les élèves de Joinville, a *diminué* 17 fois p. 100; la circonférence du bras, 10 fois p. 100; la force de soulèvement, 10 fois p. 100 ; la force de flexion des mains, 17 à 24 fois p. 100, etc. Or, nous prétendons que la gymnastique peut et doit rendre service à tout le monde et qu'elle est applicable même aux malades.

On doit donc conserver ces appareils, mais non en rendre l'usage obligatoire. Il convient, en particulier, d'être réservé à cet égard, dans les gymnases scolaires.

4° *Gymnastique spéciale.* — Les soldats, les marins, les sapeurs-pompiers, les sauveteurs, sont, le plus habituellement, les destinataires de cette gymnastique. Mais il n'y a pas de raisons pour qu'en dehors de ces groupes des particuliers ne cultivent pas divers modes de mouvement, favorables à la santé et à la vigueur physique. Enfin, il y a une classe d'individus qui vivent de la gymnastique.

A l'École de gymnastique militaire de Joinville-le-Pont, d'après Chassagne et Dally, la série des exercices comprend : les mouvements d'assouplissements préli-

minaires sans instruments, puis avec le fusil utilisé à la manière des haltères longs; les courses de fond et de vitesse, avec et sans obstacles, en tenue de gymnase et en tenue de campagne; les exercices aux agrès, barre fixe, barres parallèles, cordages, portiques de 4 mètres de hauteur ; escalade du mur de la redoute, le fusil en bandoulière; le bâton, la canne, la boxe. Ces exercices ont lieu tous les jours et par tous les temps, de telle sorte que les élèves fournissent un travail effectif de neuf à dix heures par jour. Toutefois, pour en rompre la monotonie, le bataillon exécute trois fois par semaine des marches et des exercices purement militaires.

Association de la gymnastique et l'hydrothérapie. — On doit encore à Triat et Paz d'avoir réintroduit dans les exercices du gymnase la *douche terminale*, pratiquée sur divers points à l'étranger et si vivement recommandée, en France, par L. Fleury, Bouchardat, Bouley, Soleirol et, surtout, par Dally. On peut, pour quelques-uns, commencer par des applications rapides d'éponges ou de linges mouillés, ou même se borner là. Mais, dans la plupart des cas, une douche rapide, en jet, de dix secondes environ, tombant de 4 à 8 mètres (Dally), sera parfaitement tolérée et produira les plus heureux résultats de sédation générale, de tonification de la peau et de vivification des fonctions organiques, des fonctions digestives surtout.

Installation et fonctionnement du gymnase. — Beaucoup d'auteurs formulent comme une loi la gymnastique en plein air. Il serait heureux, en effet, que l'action d'un air pur et libre pût toujours s'ajouter aux bienfaits de l'exercice. Mais, pour s'assurer constamment ce double avantage, il faudrait choisir son jour et son heure, n'avoir ni pluie ni soleil trop ardent. Là où il n'y a de gymnase qu'en plein air, on s'en abstient pendant toute la mauvaise saison et pendant une bonne partie de l'été, parce qu'il tombe quelque averse, précisément à l'heure qui avait été fixée pour les exercices. Il faut donc avoir à la fois un gymnase couvert et un emplacement à l'air libre. Dally estime que « toute salle close et munie d'un plancher solide sur les deux tiers de sa superficie, peut servir de gymnase ». Elle aura 5 à 6 mètres de hauteur et une surface de 2 mètres carrés par élève, au minimum.

Un costume est très utile. Il sera de coton ou de laine, assez large, sauf le bas du pantalon, qui doit être rétréci pour ne pas remonter; une écharpe de laine est préférable à la *ceinture de gymnastique*. Les boutons seront supprimés. Dally pense avec raison que le maillot, adopté par Triat et Paz, à Paris, est incommode.

Le moment de la journée le plus favorable aux exercices paraît être le matin, avant le repas principal de la journée, ou dans l'intervalle de deux leçons, quand il s'agit des écoles, soit le matin, soit le soir (Brouwers et Docx). On devra avoir le rectum et la vessie vides.

La plupart des auteurs se contentent de séances d'une demi-heure ou moins encore. Le savant rapport, rédigé par Hillairet, en 1859, ne demande même que quatre leçons par semaine, d'une demi-heure chacune, pour nos lycées. Dally réclame, au contraire, une heure de gymnastique par

jour, sans compter les excursions au dehors, les ascensions de montagnes, l'équitation, l'escrime, etc. Nous inclinons dans ce sens. Toutefois, trois heures par semaine suffiront aux jeunes gens livrés aux études professionnelles et qui se sont déjà exercés à l'école ou au lycée.

Sous le rapport de l'âge, on peut certainement soumettre à des exercices appropriés des enfants très jeunes, de trois à sept ans, par exemple, selon la méthode Frœbel; dans tous les cas, à partir du moment où on les admet à l'école (six ans). Mais, à dix ans, la gymnastique est une nécessité pour tous. Au delà, il n'y a plus de limites; l'âge adulte doit conserver l'habitude de l'exercice pour l'exercice, et la vieillesse même, dit Lacassagne, n'a pas de plus grand ennemi que le repos prolongé.

Enseignement de la gymnastique. — Il existe dans les divers États allemands, à côté des dispositions légales qui rendent la gymnastique obligatoire dans les écoles du premier et du second degré, des *Instituts spéciaux* (Saxe, Wurtemberg, Bade, Hesse, etc.), dont le but est de former des professeurs. En France, une Commission réunie pour étudier cette question proposait, en 1868, par l'organe de son rapporteur, Hillairet : 1° de rendre la gymnastique obligatoire dans les lycées, les collèges communaux, les écoles normales primaires et les écoles primaires publiques; 2° d'établir un gymnase modèle dans l'École normale de Cluny ; de créer, en outre, une École normale de gymnastique à Paris; 3° de nommer une Commission chargée de délivrer des diplômes constatant l'aptitude à l'enseignement de la gymnastique. A la suite du rapport d'Hillairet, un décret impérial (1869) fit entrer la gymnastique dans l'enseignement des lycées et collèges, et déclara la gymnastique obligatoire pour les écoles normales primaires et pour les écoles primaires qui leur sont annexées. En outre, il était créé un diplôme spécial d'aptitude à l'enseignement de la gymnastique. On n'est pas bien sûr que ce décret ait jamais reçu un commencement d'exécution ; 1870 allait ajourner bien des projets de toute nature. Rien ne s'opposait donc à ce que quelqu'un reprît, dans ces derniers temps, cette question vraiment vitale. La « loi Georges » a, de nouveau, décidé la *gymnastique obligatoire* (27 janvier 1880), et une nouvelle Commission a rédigé un Manuel pour diriger les maîtres dans l'application de cette loi. Ce *Manuel de gymastique* a été publié par les ministres de l'instruction publique et de la guerre, en 1884. Mais un grand point a été oublié : l'école qui formera ces maîtres. L'école normale d'instituteurs de Paris dresse tous ses élèves à la gymnastique; ceux-ci peuvent donc, à la rigueur, devenir des moniteurs pour les enfants auxquels ils enseigneront ensuite le calcul, l'histoire et la géographie. Il en est peut-être de même dans les écoles normales primaires de province. Mais quels seront les moniteurs de l'enseignement secondaire, lycées, collèges, pensions? Aujourd'hui, on les prend généralement parmi les anciens moniteurs de l'armée, qui ont d'ailleurs un brevet et reçoivent leur diplôme de *Maîtres de gymnastique* des commissions instituées au sein de chaque Académie. C'est bien ce que l'on peut trouver de mieux. Mais ce personnel est d'habitude insuffisant comme

nombre et, presque toujours, manque des notions physiologiques qui sont la base d'une gymnastique rationnelle. Il semble que l'avenir de la loi Georges soit attaché à la création d'*Écoles normales de gymnastique*, fournissant des professeurs brevetés, d'une éducation assez élevée pour imposer le respect aux élèves, et rémunérés en conséquence de leur valeur et du temps sacrifié par eux à acquérir l'aptitude spéciale. Les enfants estiment ce qu'on leur enseigne comme ils estiment le maître qui représente l'enseignement. Aussi fait-on très bien, dans l'armée, d'envoyer les jeunes officiers à Joinville-le-Pont; voilà les vrais professeurs de gymnastique des régiments ; le soldat aura tout de suite une haute idée de l'importance de ces exercices, quand il verra des officiers les diriger et les exécuter eux-mêmes devant lui.

Sociétés de gymnastique et gymnases municipaux. — Nous avons dit la prospérité des *Turnvereine* allemands. La Suisse et la Belgique, où l'hygiène publique est d'ailleurs dans un état de progrès incessant, ont repris cette tradition des Sociétés de gymnastique, de tir et de quelques autres. La contagion a gagné la France, principalement par le Nord, et, dans la belle saison, chaque dimanche, à Lille, est égayé par quelque concours de gymnastique, d'escrime ou de musique; quelquefois même par le tout ensemble. La Belgique et la France se rencontrent encore dans ces luttes pacifiques et fraternisent énergiquement à l'issue du concours. Au Congrès d'hygiène du Trocadéro, Dally estimait à plus de 100 le nombre des Sociétés de gymnastique en France.

Certes, il n'y a qu'à se féliciter de ce mouvement; mais il ne faut pas s'en exagérer les conséquences. Ce sont déjà les très grands garçons qui entrent dans les sociétés de gymnastique, et celles-ci ne sauraient dispenser l'éducation première de comprendre la pratique méthodique du mouvement. Ces sociétés ne tentent pas ceux des jeunes gens à qui déplaisent les exigences d'un règlement, aussi bien que les exhibitions en public. La coquetterie du costume, le plaisir de passer devant la population, bannière et musique en tête, les succès du concours, comptent pour beaucoup (beaucoup trop) dans les visées des sociétaires; on est irrésistiblement entraîné vers les exercices acrobatiques, qui, naturellement, étonneront les assistants, au jour du concours, plus que ne le ferait le jeu rationnel du système musculaire tout entier. Enfin, il nous a semblé que ces fêtes se terminaient par des pratiques dont l'effet contrebalance défavorablement la salubrité des exercices.

Les *gymnases municipaux* sont une institution très recommandable. C'est ce qui a été adopté dans toutes les grandes villes d'Allemagne. Berlin a consacré un demi-million à son gymnase municipal. Quelques villes de France sont entrées dans cette voie, qui, sans aucun doute, reste ouverte à des catégories d'individus beaucoup plus nombreuses que les Sociétés. Le gymnase municipal de Lille s'est ouvert en 1881. C'est là que se trouve à la fois le moyen et la preuve de la généralisation de la gymnastique et de son passage dans les mœurs nationales.

FORMES DE LA GYMNASTIQUE SPÉCIALE. — **L'escrime.** — L'escrime et ses modes divers fortifient les muscles des membres et donnent au coup-d'œil la rapidité et la sûreté. Le tireur qui se fend *à fond* prend l'attitude du discobole antique et des gladiateurs. L'*assaut* est un bon moyen de sudation. Pour éviter de développer une moitié du corps plus que l'autre, il est nécessaire de tirer alternativement de l'une et de l'autre main.

La rame. — L'exercice de la rame est fort en honneur en Angleterre et en Amérique; çà et là, en France, quelques sociétés que l'on voit apparaître dans les régates imitent de plus ou moins près les *rowings-clubs* de nos voisins d'outre-Manche.

L'acte de ramer comprend deux temps essentiels : 1° *la rame est portée en arrière;* les extrémités inférieures sont relâchées, le tronc s'incline fortement sur les cuisses, les bras se tendent de toute leur longueur; 2° *la rame prend point d'appui sur l'eau* et est ramenée en avant; les membres inférieurs se raidissent, le tronc se redresse et se penche même en arrière, les avant-bras se fléchissent énergiquement sur les bras, soutenus eux-mêmes par la contraction des pectoraux. Comme chaque coup de rame exige l'état d'expiration virtuelle, qui caractérise l'effort, la respiration prend le rythme du mouvement de la rame, 36 à 40 mouvements par minute. L'inspiration doit donc avoir lieu pendant que le tronc est fléchi en avant, circonstance défavorable à l'abaissement du diaphragme et à l'ampliation du thorax ; les Anglais, pour éviter cette flexion dans de trop grandes limites, ont remplacé le siège fixe du système ancien par un banc à coulisse, dont les déplacements alternatifs en avant et en arrière se substituent aux inclinaisons du rameur en sens inverse; il en résulte une plus grande liberté respiratoire.

L'observation démontre qu'aucun genre d'exercice ne met simultanément en jeu plus de muscles que l'action de ramer. Non seulement les membres, mais encore les muscles dorso-lombaires, psoas-iliaques, abdominaux antérieurs, pectoraux, participent aux contractions nécessaires. Ce peut donc être une pratique d'une grande valeur hygiénique, si l'on n'y admet que les âges et les complexions qui en sont capables et si, dans tous les cas, on évite d'arriver à l'épuisement des forces. Mais il est aisé de voir que la pente naturelle conduit cet exercice à devenir violent, et qu'il cesse d'être sans danger pour un bon nombre d'individus. Fraser assure que, dans cet exercice, la tension artérielle diminue par relâchement des parois vasculaires, que le cœur propulse de plus larges ondées de sang à chaque contraction, et que, néanmoins, les veines suffisent à recevoir ce liquide surabondant. Mais aussi le pouls bat 110 fois ou plus par minute, et il faut que les poumons et les puissances respiratrices musculaires élèvent leur énergie en conséquence. De là l'indication d'en écarter tous les sujets chez qui le sphygmographe révèle une irrégularité du tracé. Brayton Ball y joint tous ceux dont le périmètre thoracique est au-dessous de 36 pouces (90 centimètres), ce qui paraît sévère, et tous ceux qui, par antécédents de famille ou personnels, peuvent être soupçonnés de quelque affection pulmonaire ou cardiaque.

L'équitation. — La valeur de cet exercice dépend beaucoup du mode

de se servir du cheval et des allures imprimées à la bête. Les cavaliers ordinaires sont placés à califourchon sur le dos du cheval, avec l'intermédiaire d'une selle plus ou moins avantageuse et avec l'aide d'étriers. Les cavaliers les plus habiles font de la *voltige*, excellent exercice de force et de souplesse, et montent pendant quelques minutes un cheval *sauteur ;* ceci est une manœuvre brutale et non sans danger, qu'il ne faudrait pas essayer s'il n'était indispensable de préparer à tout événement les jeunes gens qui se destinent à passer leur vie dans la fréquentation d'un animal puissant, peu intelligent, impressionnable et capricieux.

L'équitation met en jeu les muscles des membres inférieurs, et un peu ceux du tronc chez les novices, qui se livrent d'abord à des contractions inutiles. Le trot est l'allure la plus fatigante pour le cavalier, surtout dans les principes de l'école française, qui veulent que l'on trotte le corps droit, même renversé, les cuisses adhérentes par la face interne et le genou aux flancs du cheval, la jambe libre et mobile, les étrivières longues et le pied ne posant sur l'étrier que par sa pointe un peu relevée; les *réactions* sont donc transmises intégralement au bassin, puis au tronc du cavalier. L'école anglaise admet des étriers courts et aidant le tronc à éluder les secousses que lui communique le trot du cheval.

Le vêtement des extrémités inférieures, chez les cavaliers, doit être ajusté en vue d'éviter les plis et les frottements, causes d'excoriations douloureuses.

Il ne faut pas monter à cheval avec la vessie et l'intestin remplis, ni y rester. L'exercice du cheval, en plein air surtout, excite l'appétit. Comme la dépense reste faible, une fois qu'on en a l'habitude, le métier de cavalier n'est pas incompatible avec un peu d'obésité. Pourtant, la légende du vieil officier de cavalerie avec un gros ventre se perd depuis que l'on monte à cheval, dans cette arme, dans un autre but que celui de se promener.

Le travail au manège est moins salubre que l'équitation en plein air. Le sol de cet endroit, recouvert de sable, de sciure de bois, de copeaux de liège, se pénètre de l'urine et de la fiente des chevaux ; l'atmosphère en devient poussiéreuse et putride. Une aération très généreuse du local est de rigueur; encore ne sera-ce jamais un séjour inoffensif. Il a probablement quelque influence sur le développement de l'*ecthyma* à la suite des *excoriations*, presque inévitables chez un bon nombre d'apprentis cavaliers. L'excoriation est l'irritation locale, le point de départ des efflorescences cutanées ; l'intoxication septique par l'air du manège (et celui de la vie en commun dans les casernes) en est la raison organique (Dauvé, Czernicki, J. Arnould). On dit aujourd'hui que l'excoriation fait la porte d'entrée au microbe de l'ecthyma et que peut-être celui-ci vient du cheval même (Boinet et Deperet).

Le contact prolongé du siège avec la selle et l'échauffement qui en résulte poussent à la congestion des veines hémorrhoïdales. D. Larrey conseillait, au contraire, l'équitation comme traitement des *hémorrhoïdes*. Le moyen peut, en effet, aplatir des hémorrhoïdes déjà existantes.

L'habitude du cheval peut avoir, d'après Sistach, quelque influence sur le développement des *varices* et du *varicocèle;* il est moins certain qu'elle en ait sur la formation des *hernies*, à moins d'une disposition préalable. On a accusé l'*abus* du cheval d'entraîner l'*atrophie des testicules*, ce qui était arrivé, dit-on, au roi

Charles XII; et ce qui n'est pas absolument étonnant chez les gens qui restent indéfiniment à cheval, le scrotum relâché par fatigue, les testicules heurtant la selle, quelquefois contus contre elle dans un mouvement brusque de la monture. Mais il est, néanmoins, rationnel de conseiller l'équitation comme douée de propriétés tonifiantes vis-à-vis des fonctions génitales.

Nous ne parlons pas des chutes, parfois terribles et même mortelles; non plus que de la possibilité des contagions du cheval à l'homme.

La gymnastique métier. — Il y a un assez grand nombre d'hommes et de femmes qui font des exercices de gymnastique en public, pour gagner leur vie. C'est un spectacle et ces gens s'intitulent *artistes*. Le public prend un goût infini à les voir faire du trapèze à 20 mètres au-dessus du sol et ne les appelle pas moins *acrobates*. Blatin a carrément pris la défense de ces hommes contre le dédain de la gymnastique classique et, sous certaines réserves, nous n'hésitons pas à nous ranger à son avis. Les gymnastes du cirque sont un assez beau type d'audace et de mépris du danger; au simple point de vue de la gymnastique, ils prouvent de la meilleure façon ce que peuvent, avec de l'exercice, l'adresse et la force humaines. Il y a des cœurs d'airain sous ces muscles d'acier. Nous ne pensons pas qu'il convienne à notre époque de mépriser les uns ni les autres. Ce que l'hygiène doit exiger, c'est que l'on n'associe pas les enfants, en public surtout, à des exercices dangereux ou hors de la portée de leur âge, et que les gymnastes s'entourent des précautions nécessaires pour prévevenir les chutes et les rendre inoffensives.

II. Influence sanitaire de l'exercice.

Les conséquences sanitaires de l'exercice procèdent des phénomènes qui caractérisent et accompagnent le mouvement. C'est le domaine de la physiologie et il est à peine utile de les rappeler ici.

Le muscle est doué de *contractilité*. Il obéit à un influx nerveux et agit sur un *levier*, qui est un os. En général, les leviers osseux, chez l'homme, sont disposés pour transformer de la force en vitesse, au risque de donner des avantages à la résistance.

Le muscle en contraction s'échauffe (Heidenhain, Becquerel et Breschet, Béclard, Thiry, Myerstein). Le sang veineux en sort plus noir qu'au repos, plus riche en CO^2 (Cl. Bernard). Il s'y forme de l'acide lactique (*sarcolactique*), suffisamment pour le faire passer de la réaction alcaline ou neutre à la réaction acide. D'ailleurs, le raccourcissement du muscle facilite l'écoulement du sang veineux, sans faire obstacle à l'arrivée du sang artériel.

On sait que, même au repos, les muscles ne sont pas inertes, mais en état de *tonicité musculaire*. D'autre part, un muscle ou un système de muscles ne se contracte pas sans que les antagonistes n'en fassent autant pour modérer et régulariser le mouvement. La simple station verticale ne subsiste que par la contraction simultanée des muscles du cou, du dos, de l'abdomen, des cuisses, des jambes. Le phénomène de l'*effort* met en jeu au plus haut degré cette *solidarité musculaire*.

Respiration. — Le mouvement accélère la respiration, augmente la quan-

tité d'oxygène absorbé et celle de CO^2 et de vapeur d'eau exhalés par les poumons. Edward Smith, en faisant porter ses observations sur les modes les plus simples du mouvement et en prenant pour unité le coefficient respiratoire dans la position couchée, a obtenu les chiffres relatifs suivants :

La respiration (capacité vitale) au repos couché = 1.

Position assise	1,18
Station debout	1,33
Marche à raison d'un mille (1,609 mètres) à l'heure	1,90
— à cheval, au pas	2,21
— à pied à raison de deux milles à l'heure	2,76
— à cheval, au petit galop	3,15
— à pied, à trois milles à l'heure	3,22
— — — avec un poids de 15 kil. 40	3,50
— — — — 28 —	3,84
— à cheval, au trot	4,05
Action de nager	4,33
Marche à trois milles par heure avec un poids de 53 kil. 5	4,75
— à quatre milles — —	5,00
Travail à la roue dentée	5,50
Course à six milles par heure	7,00

L'horloger vigoureux de Munich sur lequel expérimentaient Voit et Pettenkofer rendait, en 12 heures de jour, 573 grammes CO^2 au repos, 859 grammes en travail ; dans les 12 heures de nuit suivantes, 396 grammes après la journée de repos, 354 après celle de travail.

L'exercice augmente tout d'abord la fréquence des respirations et ne tarde pas à amener l'*essoufflement* chez les non habitués. Dally recommande d'éviter cet essoufflement et, dans le but de le retarder, de ne point respirer la bouche ouverte. Avec l'habitude de l'exercice, l'essoufflement disparaît et la respiration n'augmente plus que d'*amplitude*, ce qui est le bénéfice à rechercher. Il convient, d'ailleurs, de diriger ce que nous avons appelé *exercices libres* de telle sorte que les mouvements des membres et les attitudes favorisent précisément cette amplitude des respirations, non point tant par l'abaissement du diaphragme que par le soulèvement de toute la paroi thoracique antérieure (respiration costo-supérieure).

Capacité respiratoire. — Le moyen de mesurer la capacité respiratoire (*capacité vitale*, de Hutchinson) devrait consister à évaluer, au *spiromètre*, le volume d'air que peut contenir le poumon. Hutchinson a trouvé, au moyen de son instrument, une capacité moyenne de $3^{lit},50$ à 15° chez les adultes. Mais le spiromètre est d'un maniement assez délicat ; il faut presque une éducation appropriée de la part des sujets observés. On a préféré, de nos jours, apprécier comparativement la capacité des diverses poitrines en mesurant simplement la *circonférence thoracique*, qui n'est qu'un des éléments de cette mesure, mais qui en est le plus important. Cette mensuration se fait à l'aide d'un ruban métrique en cuir, placé circulairement autour du thorax, en passant au niveau des mamelons, comme nous l'avons pratiqué à l'instar de beaucoup d'autres observateurs ; ou au niveau de l'insertion inférieure des grands pectoraux, ainsi que le recommande Vallin, pour éviter une légère erreur qui résulterait de l'accumulation graisseuse mammaire chez certains individus. Ce dernier mode donne un chiffre un peu moins élevé que le premier, de 2 centimètres environ. La règle est *que la circonférence thoracique dépasse un peu la*

demi-taille, si on l'a prise bi-mammaire ; qu'elle en approche de très près, si l'on a mesuré le périmètre sous-pectoral.

En joignant à cette mesure les indications du *pneumographe*, qui donne à la fois la *fréquence* et l'*amplitude* des respirations, on a des données suffisantes pour l'hygiène. Mais le pneumographe est déjà un instrument qui ne se trouve que dans des laboratoires bien outillés.

Il résulte des observations faites à l'École militaire de gymnastique de Joinville-le-Pont, par Marey et Hillairet, que le dévelppement thoracique conquis par la gymnastique correspond réellement à une *aptitude respiratoire* plus considérable, constatée et enregistrée au pneumographe, qui trace des courbes proportionnelles au volume d'air respiré. On prit cinq jeunes hommes qui arrivaient à l'École, on nota (le 19 août) la respiration de chacun d'eux au repos; puis immédiatement après une course de 600 mètres au pas gymnastique, en 4 minutes environ. Un mois après (21 septembre), on reprit un tracé chez les mêmes sujets avant et après la course; l'amplitude des mouvements thoraciques *au repos* avait plus que doublé. On répéta l'observation de mois en mois. Au cinquième mois, il était à peu près impossible de remarquer un changement du mode respiratoire sous l'influence de la course; le nombre des respirations s'était réduit en moyenne de 20 à 12 par minute et leur amplitude avait plus que quadruplé.

Le professeur Jäger (de Stuttgart) comparant 25 soldats de recrue avec 25 soldats de un à deux ans de service et ceux-ci à cinq jeunes gens de même âge, assidus à l'École de gymnastique, constate que les premiers ne consomment que 59 centimètres cubes d'air par kilogrammes de leur poids, tandis que les seconds en admettent 60 centimètres cubes, et les élèves de l'École de gymnastique 74 centimètres cubes. L'un de ceux-ci allait même à 80 centimètres cubes par kilogramme de son poids. Jäger assure avoir lui-même porté sa propre capacité respiratoire de 39,2 à 46 décimètres cubes, 8 par un exercice de course régulier, continué pendant 2 mois et demi.

Circulation. — L'exercice augmente la fréquence et l'énergie des battements du cœur. Sous l'influence de l'active circulation musculaire (voy. plus haut), le ventricule droit se distend et il se produit une réelle congestion pulmonaire qui joue le premier rôle dans la dyspnée des exercices violents chez ceux qui n'en ont pas l'habitude. A ce moment, le pouls est toujours fréquent, mais il faiblit et peut devenir irrégulier. Clifford Albutt fait remarquer qu'il se produit une sorte de cercle vicieux; la poitrine se dilate énergiquement pour introduire l'air nécessaire à l'oxygénation du sang, mais cette introduction même augmente la pression intrapulmonaire et empêche le cœur droit de se vider. Le cœur gauche, selon Traube, est soumis à un surcroît de travail en raison de l'augmentation de la pression artérielle. On a dit qu'il pouvait en résulter la dilatation des cavités gauches avec ou sans hypertrophie. Si la situation durait, il arriverait un moment où les muscles respiratoires seraient épuisés, tant par excès de travail que par insuffisance d'oxygénation du sang qu'ils reçoivent (asphyxie musculaire). Le cas se réalise rarement. Il peut toujours être évité par la progression dans l'énergie de l'exercice jusqu'à amener cet état si avantageux que l'on appelle « être *entraîné* » (de l'anglais : *to train*).

Les effets à longue portée de l'exercice sur la circulation, ne peuvent guère être

précisés que par l'observation directe. Théoriquement, la souplesse et l'élasticité des vaisseaux, mises plus souvent en jeu par l'afflux du sang dans les parties exercées, ne peuvent que se développer. Cette plus grande liberté de la circulation est une des causes pour lesquelles les entraînés ne suent plus. Partout où le mouvement du sang est retardé par un obstacle, ce mouvement se convertit en chaleur. Le rapide échauffement des non habitués, à la suite d'un exercice, peut bien ainsi dépendre, pour une part, du défaut de souplesse de leurs artères. On comprend, du reste, que l'augmentation de la capacité pulmonaire par l'exercice contribue aussi, puissamment, à éviter la stase sanguine dans les poumons, à permettre au ventricule droit de se vider, à dispenser le ventricule gauche des efforts auxquels il est soumis au début. Aussi Schrötter a-t-il pu, avec quelque apparence de raison, nier que l'exercice, même exagéré, fût jamais la cause *unique* de la dilatation cardiaque.

Pourtant les exercices violents et répétés paraissent positivement finir par apporter de sérieux désordres dans les fonctions et la nutrition cardiaque. Da Costa signala la fréquence des palpitations dans les troupes surmenées de la guerre de Sécession américaine. Peacok a remarqué que l'insuffisance mitrale avec dilatation est commune chez les mineurs de Cornouailles qui, après avoir travaillé huit heures au fond des galeries, grimpent aux échelles pendant une autre heure pour en sortir; les ouvriers des mines de Durham et de Northumberland, que l'on remonte avec des machines, ne présentent pas cette infirmité dans la même proportion. Münzinger attribue la fréquence des affections cardiaques dans les environs de Tubingen à la nécessité pour les habitants de gravir les montagnes du pays avec de lourds fardeaux. On sait aussi que les coureurs de profession, d'Angleterre et d'Amérique, sont communément victimes de leurs exploits.

Mais il n'en est pas de même des exercices qui ne vont pas jusqu'à faire appel au fonds de réserve des ressources de l'économie. Un exercice, de vigueur cependant, très en faveur en Angleterre, celui de la rame (*boat-racing*), avait été accusé par Skey (1867) et par Hope de causer plus de maladies du cœur que le rhumatisme lui-même. La *Société clinique* de Londres s'en émut. Morgan (de Manchester) releva tous les cas de maladie qui s'étaient déclarés à la suite des luttes à la rame dans les concours annuels d'Oxford-Cambridge, de 1829 à 1860; sur un chiffre de 294 concurrents, il ne trouva que trois décès de maladies du cœur, dont aucune ne pouvait être rapportée aux circonstances de l'exercice, et deux cas d'hypertrophie ou de palpitations chez les survivants, mais survenus dans un âge avancé. En somme, une notable partie de la population anglaise, pendant presque toute l'année, pratique le canotage, et les maladies du cœur ne frappent point par leur fréquence dans ce milieu.

Les facteurs ruraux, en France, dit G. Sée, n'ont jamais d'hypertrophie du cœur. Nous ne savons pas ce qu'il en est; les facteurs ruraux ne marchent pas beaucoup plus que ceux de la ville et ils ont assez l'air de ne pas se presser outre mesure.

La question du « cœur surmené » a été traitée avec beaucoup d'érudition (1887) par un médecin de l'armée, Coustan, en vue, naturellement, de l'hygiène et de la pathologie militaires. Malheureusement, cette étude n'apporte pas encore les preuves d'observation qu'il faudrait. Il y a, c'est incontestable, des troubles cardiaques *fonctionnels* chez les jeunes soldats, encore incomplètement développés, par le fait de quelques-uns des exercices du temps de paix et, surtout, du temps de guerre, si les débuts se font sur le champ de bataille; il y a même des maladies du cœur, méconnues jusque-là, qui se révèlent, en empirant d'ailleurs, à cette occasion. Mais il est difficile d'en voir davantage.

Quant au cœur empoisonné par les produits de déchet qui s'accumulent dans le *surmenage* général, c'est de la théorie pure, comme l'autotyphisation de Peter.

La nutrition. — Le mouvement excite l'activité des organes digestifs. Il y a dépense plus grande de matériaux; par conséquent, le besoin de restitution augmente aussi et l'absorption se fait plus rapide. Il est probable aussi que, par l'exercice, les viscères abdominaux sont mécaniquement aidés dans leur mouvement et, d'ailleurs, bénéficient de la suractivité générale de la circulation. Ces conditions, toutefois, manquent le but dans un cas : celui où l'individu se livre à un exercice énergique en se levant de table : l'afflux du sang aux muscles détourne celui qui devrait, à ce moment, se concentrer vers l'estomac, et les secousses mécaniques précipitent trop tôt le contenu de celui-ci dans l'intestin. Nous avons maintes fois personnellement remarqué et signalé, dans l'armée, l'inconvénient sérieux qui résulte, pour les jeunes cavaliers, de l'obligation assez répétée de monter à cheval immédiatement après le repas. C'est une façon d'annuler l'alimentation.

Sécrétions. — Le mouvement excite la fonction sudorale d'une façon d'autant plus intense que l'assuétude est moindre chez les individus et que la température extérieure est plus élevée. C'est la conséquence de l'accumulation du calorique intérieur, de l'exagération des combustions interstitielles qui fournissent la chaleur transformable en travail et, sous l'appel du système nerveux, ont une tendance à en fournir trop pour qu'il y en ait assez. L'économie se défend contre la tendance au surchauffement en évaporant de l'eau. Cette eau est fournie d'abord par celle des tissus et du sang; puis, par les combinaisons nouvelles des matières alimentaires; enfin, par les boissons, dont le besoin ne tarde pas à se faire sentir. L'exercice est un moyen sûr d'exprimer de la fibre animale les sucs aqueux superflus, de la raffermir par conséquent et de concentrer en quelque sorte le sang.

Voit et Pettenkofer ont reconnu que l'exercice fait plus que doubler la perte d'eau par la peau et les poumons. Maclaren porte à une moyenne de 40 onces (1,245 grammes) la perte subie par le fait de l'évaporation cutanée et pulmonaire, en six jours consécutifs, avec une heure d'escrime énergique par jour. Des membres d'une société nautique ont assuré à Brayton Ball qu'il leur arrivait parfois de diminuer de plus de 2 kilogrammes de leur poids en une après-midi, à la suite de l'exercice de la rame pendant la saison chaude. Un étudiant anglais parvint à perdre près de 6 kilogrammes en une seule course soutenue, avec un vêtement épais.

En revanche, et comme on pouvait le prévoir, la quantité d'urine diminue, à moins qu'il n'y ait eu ingestion de boissons abondantes.

Le chlorure de sodium rendu diminue également (puisque la sueur en a éliminé). Les acides urique, sulfurique, phosphorique, et le pigment augmentent. La potasse et la soude excrétées l'emportent sur la chaux et la magnésie.

Il est inutile de revenir sur la question de l'élimination de l'urée, qui est tranchée par ce que nous avons dit du rôle respectif des aliments azotés et

des hydrocarbonés, comme source de chaleur transformable en travail (p. 857). Voit et Pettenkofer, Haughton, Lawes et Gilbert, ont conclu de leurs expériences ou de leurs observations que l'excrétion d'azote urinaire est peu ou point augmentée par l'exercice, à moins de surmenage. Au contraire, Simon, Lehmann, W. Hammond, Edw. Smith, Parkes, W. North, Byasson, Ritter, et surtout A. Flint et Pavy, ont reconnu une augmentation plus ou moins sérieuse de l'urée rendue, dans les mêmes conditions, et même une excrétion d'urée « plus considérable que ne le comporterait la richesse azotée du régime ». Or, il est certain qu'il peut y avoir, en effet, de la chaleur transformable en travail, fournie par la décomposition des albuminoïdes ; mais ce n'est qu'une ressource accessoire de l'économie et les observations de Pavy, sur le coureur Weston, ont été aussi mal interprétées que l'expérience était mal instituée.

Nutrition musculaire. — Les muscles s'accroissent en volume par l'exercice ; c'est la conséquence de ce qui a été dit de l'afflux du sang dans le muscle en contraction. L'observation vulgaire a depuis longtemps établi que le système le plus exercé est aussi celui qui gagne le plus : les mollets des danseuses, les bras des boulangers, etc. Il est vraisemblable que cet accroissement est à la fois une *hypertrophie* (augmentation de volume des fibres), et une *hyperplasie* (multiplication des éléments anatomiques).

Les observations recueillies sur les élèves de l'École de gymnastique de Joinville-le-Pont, par Chassagne et Dally, nous paraissent très propres à donner une idée du gain musculaire que l'on peut obtenir de l'exercice méthodique. On en juge par l'augmentation de la *force* musculaire et celle du *poids du corps*, dans de certaines conditions (si le poids du corps diminue pendant que le dynamisme augmente, il peut n'y avoir pas moins un gain).

Dynamique générale. — Chassagne et Dally ont apprécié cette condition en mesurant au *dynamomètre* l'effort de *soulèvement*, celui qu'il faut pour enlever du sol un poids considérable. La mesure de l'effort de *traction*, obtenue de la même manière, semblerait pouvoir concourir à la même appréciation. La force de *soulèvement* moyenne, chez l'homme de 23 ans, est de 86^{kil},15 ; celle de *trait*, de 42^{kil},85.

Dynamique partielle. — C'est la force de flexion ou d'extension d'un membre ou d'une portion de membre, avant-bras, main, jambe. Cette détermination se complète, à notre avis, de la mesure de la circonférence des membres. Selon Chassagne et Dally, chez un homme de 23 ans, la dynamique partielle moyenne est :

	kil.
Force des fléchisseurs de la main droite	42,46
— — — gauche	41,19
— — des deux mains	72,68
— — des bras tendus	11,90
— de port des fardeaux	43,32
— de progression ou de trait	42,85
— de détente de la jambe (coup de pied)	41,08

Poids. — Il se détermine avec la balance-bascule. Chez l'adulte jeune et bien conformé, *de taille moyenne*, le poids est à très peu près d'autant de kilogrammes que la taille a de centimètres au-dessus de 1 mètre. L'homme de 23 ans, d'une taille de 1^{m},60, pèse moyennement 60 kilogrammes. Au-dessus de cette taille, il est presque normal que le chiffre des kilogrammes soit supérieur à celui des centimètres ; au-dessus de 1^{m},65, il est presque normal qu'il soit inférieur : l'homme

de $1^m,70$ pèse rarement 70 kilogrammes. D'ailleurs, régulièrement aussi, c'est chez les grandes tailles que le rapport de la circonférence thoracique à la taille est le moins élevé (J. Arnould).

Or, en comparant les *professions rurales* aux *professions urbaines*, et, parmi ces dernières, comparant entre elles les professions manuelles à l'air libre, à l'air confiné, les professions assises et les professions intellectuelles, Chassagne et Dally constatent une remarquable supériorité des professions rurales, qui s'exercent à l'air libre, mais, en outre, se distinguent par la variété des mouvements et la mise en œuvre de tout l'ensemble musculaire, tandis que les ouvriers des villes répètent constamment les mêmes mouvements et n'exercent qu'une partie de l'appareil moteur. Les mêmes observateurs relèvent l'exagération du périmètre throracique et de la dynamique des membres supérieurs chez les forgerons, serruriers, boulangers, qui, en revanche, ont les membres inférieurs faibles; la gracilité des membres, inférieurs et supérieurs, chez les tailleurs, cordonniers, etc.; la supériorité du poids sur les centimètres de taille, pour les professions intellectuelles, vivant dans l'oisiveté musculaire et chez lesquelles la recette alimentaire prime la dépense. L'exercice rationnel, en effet, diminue le poids tout en augmentant les périmètres thoracique et musculaire et la dynamique générale ou partielle.

Influence des professions sur la musculature, la dynamique et le poids individuels
(Chassagne et Dally).

PROFESSIONS.		TAILLE moyenne.	CIRCONFÉRENCE thoracique.	CIRCONFÉRENCE des bras.	FLEXION des mains.	FLEXION des bras.	EFFORT de soulèvement.	RÉSISTANCE dorsale.	DÉTENTE des jambes.	POIDS.
		m.	m.	m.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	
Rurales		1,690	0,9103	0,3604	82,30	19,08	95,82	59,12	44,10	68,700
Urbaines	travail des bras à l'air libre	1,582	0,8616	0,3220	70,14	18,37	90,50	52,85	42,00	58,210
	travail des bras à l'air confiné	1,612	0,8885	0,3250	72,20	18,42	79,00	44,10	40,32	60,180
	assises ou peu mobiles	1,620	0,8510	0,2950	60,05	15,75	70,22	40,21	38,15	62,100
	travail intellectuel	1,634	0,8535	0,2961	64,75	16,25	76,25	39,62	40,25	64,320

Soumis à un exercice soutenu, régulier et d'une certaine énergie, l'homme bien constitué *gagne* en général, c'est-à-dire voit s'élever toutes ses mesures anthropométriques sauf celle du poids qui, chez l'adulte, doit plutôt diminuer qu'augmenter sous l'influence de l'exercice. Le gain est encore plus marqué si, au lieu d'être la préparation à un travail utile, les exercices ont eu seulement en vue l'éducation corporelle générale et le développement physique pour lui-même, comme sont les exercices de gymnastique proprement dits. Chassagne et Dally rapprochent, à ce point du vue, les résultats obtenus en cinq mois d'exercice : 1° chez 440 recrues du 35ᵉ régiment d'artillerie, soumis à la vie régimentaire ordinaire; 2° chez 401 élèves de l'École de gymnastique de Joinville-le-Pont, ayant été l'objet d'un entraînement rationnel des plus énergiques.

a. Les recrues qui, à l'arrivée, présentaient un périmètre thoracique moyen supérieur seulement de 5 centimètres à la demi-taille, avaient atteint un excédent de 12 centimètres; soit un gain de 7 centimètres. La circonférence thoracique avait augmenté moyennement de $2^{cent},27$ chez 60 p. 100; la circonférence du

bras, de 1 centimètre chez 75 p. 100 ; le poids avait diminué de 2kil,566 chez 22 p. 100.

b. Les élèves de l'École de gymnastique ont gagné :

Périmètre thoracique	2cm,51		76 p. 100.
— des bras	1 ,28		82 —
— de l'avant-bras	0 ,57		62 —
— de la cuisse	1 ,38		64 —
— de la jambe	0 ,82		56 —
Force de soulèvement (dynamique générale)...	28kil		87 —
Flexion des deux mains	9 ,75		81 —
Force de port des fardeaux	11 ,52		66 —
— de trait	9 ,81		65 —
Le poids a *diminué* de	1 ,359	chez	63,6 —

Selon Jäger, qui attache avec raison une extrême importance à l'élimination de la graisse et de l'eau par l'exercice, le *poids spécifique* du corps augmenterait quelle que soit la diminution de poids absolu. Il a constaté que, dans la garnison de Stuttgart, les recrues pèsent 843gr,7 par litre ; les soldats d'un an de service, 917gr,1 ; ceux de deux ans, 947gr4. Il y a donc condensation de la fibre, évidemment par disparition de l'élément le plus léger des tissus, à savoir la graisse.

L'appréciation des effets de l'exercice par cette détermination du poids spécifique paraît plus rationnelle que la constatation de la perte du poids absolu, perte dont il ne faut, d'ailleurs, se louer qu'autant qu'elle coïncide avec une élévation de la dynamique générale et partielle et l'augmentation de volume des muscles. Lorsque l'individu exercé s'est débarrassé de la graisse accumulée par l'oisiveté et de la succulence inutile des tissus, il est plutôt normal qu'il cesse de perdre du poids et même en reprenne, du moment que le système musculaire continue à s'hyperplasier et à se condenser. Même, dans les méthodes d'entraînement, on s'est trop acharné à faire disparaître la graisse ; encore faut-il que le sujet soumis à l'entraînement s'y soit présenté avec un réel excès de richesse du tissu adipeux ; si le cas se réalise chez les adultes, en particulier chez les Anglais buveurs de bière, on le voit rarement chez les jeunes gens à un point tel qu'il faille se préoccuper de les en exonérer. Brayton-Ball fait la même réflexion en ce qui concerne l'amoindrissement de la proportion d'eau par la sudation ; les muscles doivent garder 75 p. 100 d'eau pour pouvoir fonctionner ; il ne faut donc pas chercher la dessiccation à outrance. La méthode de Jäger, de pousser l'exercice et l'*échauffement* jusqu'à épuisement, en vue de provoquer la sudation, nous paraît d'une violence inutile et dangereuse. Quand les entraînés sont « *en condition* », comme on dit en Angleterre, ils ne suent plus ; mais ce n'est pas qu'ils n'aient plus d'eau à perdre, c'est le résultat du jeu plus facile des fonctions, de la diminution des frottements, en particulier des frottements vasculaires ; d'où une moindre accumulation de chaleur et une nécessité moindre d'évaporer.

En Angleterre, au camp d'Aldershot (Parkes) ; à Berlin, à l'Institut central de gymnastique (*Central-Turnanstalt*), selon Roth, on fait régulièrement des mensurations et des pesées semblables à celles que Chassagne et Dally ont exécutées au fort de la Faisanderie. Les résultats relatifs à l'augmentation du périmètre thoracique et du volume des membres sont dans le même sens que ceux des observateurs français. Il en est autrement du poids, et nous relevons ici cette différence, parce que la diminution observée généralement chez nos compatriotes (1kil,359 en

moyenne dans les 2/3 des cas) est quelque peu étrange et révèle peut-être une lacune, soit dans la conduite des exercices, soit dans le régime alimentaire de nos élèves de l'école de Joinville. Ces élèves ont un supplément de solde de 10 centimes par jour, qui sont versés à l'ordinaire. Ce n'est peut-être pas une amélioration proportionnée à l'intensité de l'exercice. A Berlin, 75 p. 100 des officiers exercés (régime généreux) ont gagné du poids ; l'augmentation maximum a été de 19 livres et demie en 6 mois ; 66 p. 100 de sous-officiers (3 mois d'exercices très actifs, saison chaude, régime moins riche) ont gagné en poids maximum 19 livres; enfin, les gens du civil, généralement plus âgés et moins habitués que les précédents aux exercices physiques, ne gagnèrent que 17 livres et demie au maximum. Hammersley (*in* Parkes), qui constate, chez 360 hommes, après 5 mois d'exercices deux à trois fois la semaine, une augmentation du périmètre thoracique de $0^m,026$ à $0^m,052$, note également une augmentation de poids de 1,000 grammes en moyenne, nonobstant la disparition du remplissage adipeux sous-cutané. Schultze et Leo, en Allemagne, ont obtenu les mêmes résultats des mensurations thoraciques chez les cavaliers (Roth et Lex).

Système nerveux. — Le professeur Jäger assure avoir constaté une rapidité plus grande du courant nerveux à la suite de l'élimination d'eau à l'aide d'un bain de vapeur; lui-même aurait recouvré, après cinq bains de vapeur, l'activité cérébrale qu'il sentait lui échapper dans le travail de rédaction. Si les sudations de l'exercice produisent le même effet, ce serait donc un moyen de rendre le fonctionnement cérébral et nerveux plus libre, plus parfait, plus productif. Il est possible que le résultat se manifeste dans ce sens et de prime abord chez des sujets de constitution moyenne, un moment surchargés d'embonpoint par l'oisiveté et engagés dans une existence par trop animale. Mais ce qui arrive d'ordinaire, immédiatement, c'est qu'une séance d'exercice énergique fasse tomber l'éréthisme nerveux, s'il existe, et dispose mal aux élaborations intellectuelles pures. Par la continuité méthodique, l'exercice entraîne toute la vitalité, par conséquent aussi la puissance nerveuse, tout en la pondérant d'une façon favorable ; nous allons voir combien est désirable ce précieux équilibre. Si la culture musculaire l'emporte d'une manière exclusive ou trop sensible, il est rare qu'il n'en résulte pas une sorte d'encrassement du système nerveux, sauf celui de la vie organique, dans la masse charnue des sujets. Les athlètes, les hercules, se sont acquis une fâcheuse réputation d'infériorité intellectuelle.

Il n'en va pas de même lorsque l'exercice est réglé, proportionné, mis en équilibre avec la culture morale. Le cerveau et les muscles fonctionnent à l'unisson, se développent de pair et se prêtent un secours réciproque ; si le premier est moins fécond, c'est uniquement en produits mal venus, sans consistance, difformes. La culture cérébrale, seule et non compensée par la culture musculaire, est même infiniment plus dangereuse que celle-ci exclusivement pratiquée. C'est elle qui imprime au cerveau une activité prématurée, marchant plus vite que le développement normal de l'organe, équivalant à une déformation ; elle, qui est responsable de l'impressionnabilité maladive de beaucoup d'organisations, des terreurs superstitieuses, des croyances absurdes, des débauches d'imagination, des manifestations bruyantes de passions folles; autant de réelles *perversions*

mentales qui font croire que cette mauvaise méthode, appliquée à l'éducation des enfants, n'est point étrangère à la fréquence de la folie.

« Le meilleur moyen de combattre les travers de l'imagination chez les enfants comme chez les hommes, c'est de les soumettre à tous les exercices réguliers qui calment le cerveau en fortifiant le corps. Si l'on veut faire contre-poids aux formidables empiètements du système nerveux, il faut que l'on favorise la revanche du système musculaire (Paz). » En France, on exerce peu les filles; par contre, ont les nourrit de superstitions, d'images mystiques, d'ardeurs concentrées. Aussi n'est-il pas de pays plus riche en hystériques, en extatiques, en possédées, manifestations morbides dont le caractère trahit suffisamment l'origine, et auxquelles se mêlent de temps à autre des débordements érotiques de la plus étrange physionomie.

Le fonctionnement cérébral, avons-nous dit, détermine physiologiquement l'afflux du sang vers les centres crâniens et l'échauffement du cerveau ; ce n'est donc qu'une juste compensation d'obliger avec une fréquence égale le sang et le calorique à se disperser par tout le système musculaire, à la périphérie, en permettant au cerveau une relâche intermittente.

Les exercices physiques sont une tradition dans les Universités anglaises, et nul ne saurait prétendre que les intelligences y soient moins bien trempées qu'ailleurs. Parmi les étudiants d'Oxford et de Cambridge, Clarke et Morgan ont constaté que les meilleurs rameurs et les plus habiles joueurs de *cricket* sont aussi ceux qui remportent le plus de palmes académiques. Les jeunes gens s'exercent systématiquement et s'entraînent pour pouvoir figurer honorablement dans les Universités auxquelles ils se présentent. A la veille des examens, ils cessent tout travail intellectuel et, pendant plusieurs jours, ne pratiquent que les exercices du corps (Œsterlen); contrairement à nos élèves qui, en pareille occurrence, passent à se surmener le cerveau les derniers jours qui les séparent des épreuves universitaires. En Allemagne et en Suisse, toute école a son gymnase; il n'est pas un jeune homme qui ne le fréquente jusqu'à un âge avancé de la virilité. « A Brême, dit Dally, ce sont les professeurs de sciences et de lettres qui, à la *Bürgerschule*, donnent entre deux classes un cours d'exercices ; et il faut noter, d'ailleurs, que pas un des professeurs de n'importe quel enseignement n'a échappé, dans le cours de ses études professionnelles, à l'entraînement gymnastique. »

En un mot, l'exercice, pourvu qu'il soit varié, agréable et accompli dans un milieu salubre, contrebalance les efforts cérébraux imposés à notre génération. Il prévient le *surmenage intellectuel* et protège contre ses conséquences. On l'a dit infiniment mieux et plus longuement, à l'Académie de médecine, en juillet-août 1887.

Élévation de la résistance physique. — C'est la traduction la plus générale, la plus étendue et la plus complète des effets sanitaires de l'exercice. La résistance physique consiste dans le degré d'insensibilité à l'influence des agents atmosphériques, aux agents de traumatisme, aux causes de fatigue et même aux principes spécifiques des maladies. Les Anglais l'appellent « *endurance* ».

Les résultats de l'exercice, sous ce rapport, sont prodigieux et atteignent même plus loin qu'on n'aurait pu s'y attendre. Les boxeurs anglais, entraînés, sont presque inaccessibles à la douleur et reçoivent en plein

visage des coups effroyables, sans abandonner la lutte. Chez ceux qui sont bien « en condition », les coups de poing produisent à peine des ecchymoses, tandis que chez les autres il apparaît des bosses sanguines qui les aveugleraient, si on ne les incisait pour écouler le sang extravasé.

Nous ne citons que comme une preuve entre autres cet exemple extrême, qu'il ne faut pas imiter. Dans des conditions ordinaires, Jäger constate qu'à Stuttgart, les absences de l'école étant de 3,98 p. 100 élèves dans les gymnases ordinaires, elles ne sont que 3,33 dans l'établissement du Comité d'éducation gymnastique, où les exercices sont plus énergiques que dans les autres; la différence est donc de 125 à 100. Chassagne et Dally relèvent, sur 8,000 hommes qui ont suivi les cours de l'école de gymnastique de Joinville-le-Pont, 1,333 entrées à l'hôpital; soit 166,62 p. 1,000, alors que la moyenne pour l'armée oscille à peine autour de 250 entrées p. 1,000 hommes d'effectif. Un des résultats les plus heureux que l'observation de ces auteurs ait mis en lumière est la rareté de la phthisie chez les élèves gymnastes: 5 cas pour 8,000 hommes, alors que la moyenne de l'armée est de 3 à 4 p. 1,000 (décès et réformes). Les élèves gymnastes ont pu, il est vrai, avoir été déjà l'objet d'un choix dans leur régiment; mais ce choix seul n'a pu suffire à constituer une pareille supériorité. Rien ne s'oppose à ce que l'on accorde en ceci une sérieuse importance à l'exercice respiratoire lui-même, à l'obligation dans laquelle se trouvent les gymnastes d'user de *tout* leur poumon, y compris le sommet, habituellement oisif et siège d'élection des tubercules; à l'ampliation totale de la poitrine, démontrée plus haut. Mais nous pensons que le rôle de l'élévation générale de la vitalité n'est pas moindre que celui de cette amélioration locale en ce qui concerne l'immunité phthisique des jeunes hommes soumis à l'entraînement gymnastique.

Il serait bien intéressant de faire des comparaisons analogues d'un groupe populaire à l'autre et d'une nation à une autre, en rapprochant la mortalité par catégories d'âges dans chaque groupe. Les effets de l'habitude des exercices physiques sur la vitalité ne peuvent être bien appréciés par la considération de la mortalité générale.

Il est vulgaire que les individus à professions manuelles, particulièrement ceux qui travaillent à l'air libre, sont à peine influencés par le froid humide, par les hivers rigoureux, tandis que les hommes à profession sédentaire sont pris de coryza, de laryngite, de bronchite, à peu près au coin du feu.

On ne voit jamais mieux l'élévation de la résistance par l'exercice proprement dit qu'en comparant les troupes exercées avec les levées récentes, au point de vue de l'aptitude à soutenir une campagne. L'armée française qui, en 1805, gagna la bataille d'Austerlitz, avait été préparée au camp de Boulogne ; elle ne comptait pas d'homme au-dessous de vingt-deux ans ; elle fit 400 lieues à pied sans pour ainsi dire laisser de malades sur sa route. Au contraire, l'armée de Wagram (1809), tout aussi héroïque, mais composée de jeunes soldats, avait encombré les hôpitaux avant d'arriver à Vienne, et jalonné la route de cadavres. Il faut, sans doute, tenir compte de l'âge. Mais nos mobiles et mobilisés de 1870-71, dans l'âge de la virilité, pris aux champs ou à l'atelier et physiquement bien développés, ne résistèrent pas mieux; leur force réelle ne suppléait pas le manque d'entraînement spécial, bien que d'autres conditions puissent être invoquées encore pour expliquer l'inconsistance physique des armées de la Défense. Nous relèverons toutefois ce fait étrange, dont se vantent avec quelque droit les écrivains allemands et qui contredit aux souvenirs de la retraite de Russie (1812); à savoir que les troupes allemandes ont mieux supporté le froid de l'hiver de 1870-71 que les soldats français. Avec quel-

ques autres circonstances déjà indiquées, l'aguerrissement des soldats étrangers a certainement eu une bonne part dans cette supériorité d'*endurance*. W. Roth, médecin en chef du XIIe corps (Saxe), a également fait ressortir les aptitudes à la marche de ces vainqueurs, naturellement lourds et positivement mal chaussés; une division a fait 34 milles (251,872 mètres) en neuf jours consécutifs, à peu près 28 kilomètres par jour; 11 milles et demie (85,192 mètres) en deux jours; 55 milles et demie (411,144 mètres) du 29 octobre au 17 novembre. L'armée bavaroise de von der Tann, battue à Coulmiers, trouva assez de jambes pour se retirer de 67 kilomètres en vingt-six heures. Les vainqueurs de Sedan firent de 35 à 45 kilomètres par jour pour gagner Paris. Personne n'a mis en doute que cette puissance d'efforts ne soit due au soin avec lequel on cultive le développement physique en Allemagne.

Nous n'avons pas les moyens de démontrer que l'accroissement de résistance par l'exercice confère un certain degré d'immunité vis-à-vis des maladies spécifiques. Mais nous avons dit ailleurs que la manière de ne pas faire du corps humain un *milieu adéquat* pour la pullulation des germes morbides consiste à porter à son summum l'intensité du mouvement vital. On peut donc se permettre ici un *à priori* qui n'est point trop téméraire en attendant que des observations faites dans cette direction et pour ce but aient prouvé que les gymnastes et les entraînés bravent mieux que d'autres les influences épidémiques; ce qui ne nous paraît point une vaine espérance.

Bornons-nous à la simple mention du traitement du choléra *au début* par la marche forcée, indiqué par Pauly et, depuis, par Jäger, qui explique le succès de la méthode en faisant remarquer que l'appel de la sueur à la peau coupe court au flux séreux intestinal, et pense pour ce fait avoir droit au prix Bréant.

Harmonie des formes. — Il semble que l'homme, qui marche sur deux pieds, ait naturellement plus de difficultés à trouver une attitude correcte et un mode de locomotion régulier que les quadrupèdes. Le fait est que, parmi les enfants de n'importe quelle classe, un certain nombre marchent de travers et acquièrent à un degré plus ou moins prononcé le développement anormal du membre inférieur qui est le *pied plat valgus*. Il peut, du reste, y avoir en ceci quelque vice de nutrition venu par transmission héréditaire. Concurremment, élevés avec quelque liberté ou soumis aux pratiques scolaires les plus répandues aujourd'hui, les enfants adoptent d'eux-mêmes, ou à la faveur des défauts de construction du mobilier de l'école, telle ou telle attitude vicieuse qui finit par se transformer en habitude de nutrition générale et déterminer le développement irrégulier des muscles et du squelette, des déviations du rachis, des torsions du bassin, l'atrophie relative d'un système de muscles, l'hypertrophie du système correspondant, etc. Plus tard, appliqués à l'agriculture et surtout à l'industrie, les jeunes hommes sont forcés de répéter incessamment le même mouvement et manquent d'aptitude à l'accomplissement des autres; souvent, une partie, un membre, se développe seul, laissant les autres dans un état d'incapacité relative. Les recrues de la campagne arrivant au régiment, quoique de belle stature, se distinguent d'abord par leur lourdeur et leur gaucherie; les hommes venus des ateliers sont habiles des mains, mais pèchent par le développement d'ensemble. Les filles, dont la destination à la maternité donne une si grande importance à la régularité du squelette, sont sou-

mises aux mêmes déviations instinctives d'éducation ou professionnelles.

Cette altération de la forme humaine devient, dans nos habitudes, déplorablement commune et il en résulte des conséquences plus graves encore que l'atteinte à la plastique. L'exercice, bien équilibré et, au besoin, compensateur, utile partout, devient une nécessité impérieuse chez les sociétés civilisées.

C'est pour cela qu'il ne faut pas se contenter de nous proposer, à l'appui de l'excellence de l'exercice « naturel », ou plutôt de l'exercice quelconque, l'exemple des montagnards, des laboureurs et, au besoin, des porte-faix. Ces hommes ont de l'endurance, à coup sûr; mais ne sont forts et adroits que dans l'exercice dont ils ont l'habitude. L'hygiène veut, au contraire, que l'influence de l'exercice soit générale et bien équilibrée.

Bibliographie. — Dally (E.). *De l'éducation corporelle en France. Son état présent, ses lacunes, son programme* (Comptes rendus du Congrès internat. d'hyg. à Paris, II, Paris. 1880). — Marey. *Études sur la marche de l'homme* (Acad. sc., 2 août, 1880). — Jæger (G.). *Die Normalkleidung.* Stuttgart, 1880. — Chassagne (A.) et Dally (E.). *Influence précise de la gymnastique sur le développement de la poitrine, des muscles et de la force de l'homme.* Paris, 1881. — Veale. *On palpitations of the heart in Soldiers* (Army medical Report for the year 1882. — Burq (V.). *Influence des exercices sur les forces musculaires, sur le volume et le poids du corps et la capacité pulmonaire* (Gazette médic., n° 38, p. 473, 1882). — Dally (E.). *État actuel de la gymnastique en France* (Annales d'hyg., X, p. 363, 1883). — Dubois-Reymond (E.). *Ueber die Uebung.* Berlin, 1883. — Birch-Hirschfeld (F. V.). *Die Bedeutung der Muskelübung für die Gesundheit.* Leipzig, 1883. — Giraud-Teulon. *Mécanique animale* (Acad. méd., p. 1028, 1883). — Martin (A.-J.). *De quelques appareils nouveaux pour le chauffage et la ventilation des voitures* (Rev. d'hyg., V, p. 104, 1883. — Dally (E.). *L'hygiène des âges au point de vue des devoirs sociaux. Les dangers de la prématuration* (Rev. d'hyg., IV, p. 205, 1883). — Marey. *De la locomotion humaine* (Acad. méd., 25 septembre 1883 et 2 novembre 1885). — Collineau. *La gymnastique.* Paris, 1884. — Marey. *Analyse cinématique de la marche* (Acad. méd., 19 mai 1884). — Lane (X.). *Effets de la compression de la colonne vertébrale* (Sem. médic., p. 65, 1885. — Boinet et Depéret. *Recherches expérimentales sur la nature et l'étiologie de l'ecthyma des cavaliers* (Arch. de méd. milit., VII, p. 120, 1886). — Dally. *Gymnastique* (Diction. encyclop. des sciences médic., 1886). — Bouchard (Ch.). *Travail musculaire et toxicité des urines* (Sem. médic., 19 mai 1886). — Coustan (A.). *Des troubles fonctionnels et des affections organiques du cœur chez le soldat* (Arch. de méd. milit., IX, p. 265, 1887). — Fromm (B.). *Zimmer-Gymnastik.* Berlin, 1888.

III. Du repos et du sommeil.

La *fatigue*, qui suit, à un moment donné, l'exercice et le travail, est due à trois causes physiologiques : 1° l'usure de la substance contractile ; 2° l'accumulation, dans le muscle, des matériaux de déchet, principalement de l'acide lactique ; 3° l'épuisement de l'influx nerveux. Il est probable que la première de ces raisons est la moins importante, puisque, dans un état de fatigue extrême, la volonté peut encore obtenir des muscles un effet énergique. La seconde est certaine; les physiologistes éteignent ou amoindrissent l'irritabilité d'un muscle en y injectant de l'acide lactique; inversement, si on lave, à l'aide d'une solution saline injectée dans les vaisseaux, l'acide lactique accumulé dans un muscle de grenouille tétanisé par épuisement, on lui rend la faculté de répondre à l'excitation. Quant au système nerveux, c'est surtout lui qui a le *sentiment* de la fatigue. En tout cas, le repos est également nécessaire à celui-ci et au muscle ; dans le repos, le muscle répare ses pertes de substance contractile, se débarrasse par l'absorption vasculaire de ses matériaux de déchet, redevient alcalin ; le système nerveux reprend une provision d'influx.

La fatigue est plus vite ressentie dans une contraction continue que dans des contractions interrompues, mais répétées : soutenir un poids à bras tendu ; garder la station debout sur les deux pieds, sont des actions musculaires rapidement pénibles. C'est que, sans compter les grandes alternances entre l'état de mouvement et celui de repos, il faut que, même dans le mouvement soutenu, il y ait des alternatives d'activité et de relâchement, permettant jusqu'à un certain point cette réparation musculaire et nerveuse dont il vient d'être parlé, « la *nutrition rythmique* », selon l'expression de James Paget.

Toute l'animalité, on pourrait dire : toute la nature, est soumise à cette loi d'alternance et de périodicité ; mais l'homme y est particulièrement assujetti. La succession de la nuit au jour est pour lui comme « une diastole cérébrale », succédant à la systole.

L'exercice — et le travail — peuvent être *excessifs* par la continuité et la répétition des mêmes mouvements, ou par l'intensité de l'effort.

Dans le premier cas, la fatigue se traduit par le *tremblement* et les *crampes*. Si cet excès devient habituel, loin de grossir par l'exercice, comme c'est la règle, le muscle s'amaigrit et s'atrophie. Il y a des « *atrophies musculaires professionnelles* », qui ont été particulièrement étudiées par Onimus, et qui envahissent uniformément les muscles surmenés : les *deltoïdes*, par exemple, chez les ouvriers que leur travail oblige de répéter pendant des heures le mouvement de soulever un poids au-dessus de leur tête avec les bras. D'autres fois, ce sont des *paralysies* plus ou moins complètes et étendues : *crampe des écrivains*, des télégraphiers, des pianistes, des typographes, etc. ; *nystagmus* des mineurs ; *paralysie des forgerons* (*Hammer Palsy*). Frank Smith calcule qu'un bon ouvrier en porte-plumes frappe par jour 28,800 coups de marteau : 28,400,000 en dix ans, s'il travaille d'une façon continue à raison de 300 jours par an.

S'il s'agit d'efforts violents, il peut y avoir production de *hernies*, de *varices*, des *ruptures musculaires* et même des *fractures* ou des *luxations*. La fréquence des *lésions cardiaques* ou vasculaires, imputables aux exercices violents, est contestée, comme on l'a dit plus haut, et effectivement contestable. Mais il ne paraît plus impossible que, chez les individus dont les parois artérielles ou cardiaques sont en souffrance pour une autre raison, les efforts considérables ne déterminent la dilatation du cœur, la rupture d'une valvule aortique, les fissures de la membrane interne de l'aorte, condition d'un anévrysme prochain.

Toutefois, il est plus essentiel encore, selon nous, d'envisager les conséquences du *surmenage* vis-à-vis de la vitalité générale. L'individu surmené est sans défense contre les agents atmosphériques, le froid, la pluie ; nous avons vu (page 363) que c'est dans ces circonstances que se produisent particulièrement les catastrophes par le froid ou la chaleur ; la fatigue a presque toujours préparé le terrain des congélations et des insolations. Il en est de même vis-à-vis des principes spécifiques de maladies ; le choléra, le typhus, capables d'ailleurs d'envahir aussi les forts, font des ravages particulièrement effroyables dans les groupes surmenés. A. Vital a cité un médecin qui vivait impunément depuis des semaines au milieu des typhi-

ques d'Algérie (1868) et chez qui le typhus éclata au retour d'une course à cheval des plus fatigantes; comme si le germe, déjà présent dans l'économie, ne pouvait prévaloir qu'autant que celle-ci s'affaiblit par une fatigue physique. Maintes fois, les médecins militaires ont signalé l'explosion d'une épidémie de fièvre typhoïde chez des troupes rentrant d'une expédition, au point qu'on aurait pu croire à une influence tellurique. Nous avons nous-même cherché à établir que les grandes épidémies typhoïdes de la campagne de Tunisie et du camp du Pas-des-Lanciers (1885) étaient dues au surmenage de troupes jeunes, parties de leurs garnisons avec des germes de fièvre typhoïde qui fussent restés latents ou, au moins, peu meurtriers, dans les conditions ordinaires. Aujourd'hui, la découverte des *leucomaïnes* et la connaissance des effets toxiques des matériaux de déchet non éliminés ont servi, à tort, à quelques théoriciens de base pour édifier la théorie de l'*autotyphisation*, c'est-à-dire pour essayer de faire revivre la doctrine morte de la génération spontanée de la fièvre typhoïde.

Il est à noter que, dans l'état de surmenage, la réparation par l'alimentation est assez difficile; l'estomac lui-même participe à l'alanguissement général, ne sollicite pas les aliments et reste quelque temps sans les élaborer d'une façon satisfaisante.

Les différentes formes du repos. — 1° Il est une façon de se reposer, applicable à l'état de veille, et qui consiste simplement, soit à relayer les muscles les uns par les autres, soit à changer d'occupation, soit à substituer un exercice récréatif à un travail pénible. Le soldat, debout sous les armes, se repose en faisant porter le poids du corps alternativement sur l'un et l'autre pied; il se repose de la station verticale en marchant. L'homme attaché à une œuvre intellectuelle se repose en faisant du mouvement extérieur. Les enfants se reposent de la classe en se livrant aux jeux de balle, de barre, etc. Tous, nous nous reposons de n'importe quel travail en allant passer quelques heures au théâtre, au concert, au café, au billard.

L'hygiène approuve absolument, en principe, les *délassements*. Peut-être aurait-elle des restrictions à formuler quant à la forme; mais elle répugne à donner des conseils qui n'ont point chance d'être écoutés. En acceptant, faute de mieux, ces réunions en groupes denses, qui sont les *théâtres*, les *cafés*, les *salons*, les *bals*, elle se borne à réclamer, mais rigoureusement, les mesures qui garantissent la salubrité de l'air dans les locaux affectés au plaisir. Les anciens paraissent avoir, beaucoup plus que notre époque, cultivé les délassements dramatiques, lyriques et autres, en plein air. C'était le mode naturel et le vrai.

2° Dans les exercices de gymnase, les marches militaires et tout exercice méthodique, on introduit à intervalles réguliers des *pauses* et des *haltes* plus ou moins longues. Les ouvriers des champs et de l'atelier, à quelques exceptions près, font de même instinctivement, sauf la régularité des repos.

Les travailleurs de toute classe suspendent le mouvement professionnel pour les repas et, d'ordinaire, pendant quelque temps encore après, surtout

après le repas de midi, qui est le plus important de la journée. Ce repos est nécessaire à la bonne élaboration des aliments et à la mise en circulation des matériaux de restitution. Dans les pays chauds, on le fait assez long pour échapper à la plus forte chaleur du jour, et beaucoup de personnes le consacrent au sommeil; c'est la *sieste* ou *méridienne*, que certains individus pratiquent aussi dans les pays tempérés. Il n'est pas absolument utile de dormir pendant la sieste; mais c'est une salutaire coutume de passer, au repos et à l'ombre, les trois ou quatre heures du milieu du jour des étés torrides. La mortalité de nos troupes en Algérie a diminué dès le moment où l'on a adopté le règle de sonner la retraite à 10 heures du matin et la diane à 2 heures après-midi, à partir du commencement de juin jusqu'à la fin d'août. Quant à la sieste en pays tempéré, c'est simplement une mauvaise habitude; mais il est douteux qu'elle soit positivement nuisible. La plupart des animaux, les oiseaux particulièrement, s'assoupissent quelques heures dans le milieu du jour, en digérant la nourriture prise dans la matinée.

3° Il y a, enfin, pour toute la nature et pour tous les travailleurs, un repos parfait et prolongé, le *sommeil*, qui mérite de faire l'objet de quelques réflexions.

Le sommeil. — C'est un état dans lequel les fonctions de la vie de relation sont presque complètement suspendues, la vie organique se continuant, au contraire, avec la plus parfaite régularité. Toute l'activité nerveuse ou même musculaire n'est pas interrompue; les perceptions ne sont pas absolument supprimées; la preuve en est que le cerveau enfante les rêves et que des mouvements s'accomplissent dans le sommeil, que des paroles, des cris au moins, se font entendre. Mais la perception consciente et la volition se sont pour un moment retirées. Il en résulte que les conditions se réunissent au mieux pour la réparation nerveuse et musculaire et pour l'intégrité des phénomènes chimiques qui préparent les matériaux de cette réparation.

On n'a pas encore dit la raison du sommeil. Mais l'on comprend bien que l'incapacité des centres nerveux soit amenée par l'accumulation, dans leur substance, des matières *ponogènes* (de Πόνος, fatigue), selon l'interprétation d'Obersteiner et de Preyer, adoptée par Marvaud. Il est apparent que la présence des matériaux de déchet dans les muscles concourt au même résultat. Les physiologistes ne savent pas encore précisément si le sommeil s'accompagne de congestion ou d'anémie cérébrale; la plupart inclinent vers la théorie de l'anémie. Pourtant, on voit les pléthoriques, les congestifs, s'endormir plus aisément que les anémiques; l'homme qui dort a quelque turgescence de la face; l'opium congestionne le cerveau, et H. Huchard le conseille dans les lésions cardiaques de l'orifice aortique, qui sont anémiantes; A. Vital attribuait à l'anémie les insomnies des vieux Algériens.

L'habitude et l'influence de la périodicité nychthémérale ont une grande part dans l'envahissement du sommeil, chez la plupart des adultes. Aussi, la nuit est-elle le *moment* physiologique pour dormir, sauf chez les petits enfants qui dorment toujours, quand ils ne tètent pas. Quelques excentriques font régulièrement du jour la nuit et réciproquement; ainsi, ce colonel berlinois, cité par Œsterlen, qui se levait à 10 heures du soir, déjeunait, et se promenait de onze heures à quatre heures

du matin. Mais, pour tout le monde, la veille et le travail pendant la nuit, dût-on se reposer de jour, sont singulièrement pénibles. On a essayé de faire marcher les troupes pendant la nuit, lorsque la chaleur de la saison ou de la contrée faisait redouter les marches de jour; à la troisième étape les soldats étaient épuisés. (Toutefois, le fait de ne pas voir les aspérités de la route, dans l'obscurité nocturne, contribue à la fatigue.)

La nuit aide encore au sommeil en ce qu'elle soustrait aux sens, à la vue et surtout à l'ouïe, la dernière à s'endormir, les causes d'excitation. Dans les villes, même, le bruit des affaires, des industries, des passants, des voitures, s'affaiblit à mesure que la nuit s'avance, parce que l'agitation humaine est difficile à la lumière artificielle. C'est évidemment l'occasion propice de goûter un sommeil tranquille et réparateur. Dans les grands centres, néanmoins, on prolonge la veille, soit pour le travail, soit surtout pour le plaisir, quitte à ne s'éveiller, le lendemain, qu'assez tard dans la matinée. C'est une des raisons pour lesquelles on vieillit vite dans les villes. Il se manifeste, en France et à Paris, une heureuse tendance à restreindre cette fatigante prolongation de la veille; on se lasse de sortir des théâtres après minuit, et l'on fréquente les « matinées » littéraires. Depuis que la Préfecture de police autorise les cafés à ne pas fermer pendant la nuit, on les abandonne volontiers à 10 heures du soir. Il n'y a plus guère que le vice, plus ou moins élégant, qui intervertisse les heures et, inutile dans le jour, s'exténue au long des nuits.

Tout le monde a besoin de dormir, mais à des degrés divers, selon les dispositions individuelles et surtout selon les âges. La privation de sommeil est un supplice, dont on dit que certains peuples se servent vis-à-vis des condamnés à mort. Ne serait-elle que partielle qu'elle abrègerait l'existence; les individus que les chagrins, les remords ou quelque autre passion absorbante empêchent de dormir, tournent dans un cercle fatal.

Il est des gens très occupés, des savants, qui ne peuvent prendre leur parti de ce sacrifice d'un tiers ou même d'un quart de l'existence, que l'humanité fait au besoin de sommeil. John Hunter ne dormait que 5 à 6 heures, Lacépède, 4 heures; Mirabeau, de Humboldt, moins encore. Cuvier, en revanche, se couchait à minuit et ne se levait pas avant 9 heures du matin. C'est une preuve à citer que l'on peut à la fois soigner sa santé et servir la science. Nous avons cru remarquer maintes fois que le travail d'un homme tombant de sommeil, ou même résistant avec une apparence de succès contre ce besoin, ne vaut pas la peine qu'on se donne pour se tenir éveillé. En produisant moins, l'on produit meilleur. Et puis, après Lacépède et Humboldt, il y aura encore des hommes qui creuseront la vaste carrière de vérités que renferme la nature.

Les petits enfants, avons-nous dit, ont besoin de dormir beaucoup; mais ils peuvent le faire *sans être bercés*. Ce balancement vertigineux ne rend service qu'aux nourrices, en faisant cesser les cris de l'enfant. Mais, d'habitude, si l'enfant crie, c'est qu'il lui manque quelque chose; qu'il a faim, ou qu'il est sali, ou que le maillot le met hors de lui. Assez avant encore dans la seconde enfance, le besoin du sommeil est remarquablement impérieux et prolongé; on doit se garder d'entretenir la veille, chez les petits garçons ou les petites filles, par une occupation ou un amusement quelconque. De sept à douze ans, il ne faut guère moins de dix heures de sommeil. Les

enfants, d'ailleurs, échappent assez peu à l'influence des saisons et dorment, naturellement, un peu plus en hiver qu'en été.

Il faut de six à huit heures aux adultes bien portants; l'école de Salerne avait pris la moyenne :

Septem horas dormire sat est juvenique senique.

Comme les faibles ont plus besoin de sommeil que les forts, on permettra plutôt huit heures et même neuf aux jeunes filles et aux jeunes femmes.

Les vieillards ne dorment guère et n'en éprouvent que faiblement le besoin.

La question du *lieu* du repos et celle des moyens d'assurer la calorification pendant le sommeil sont comprises dans l'HABITATION et le VÊTEMENT (Voy. dans ces chapitres, les paragraphes spéciaux). Nous n'ajouterons qu'un mot relatif à la nécessité d'assurer le plus possible au dormeur l'indifférence vis-à-vis des oscillations de la température extérieure. L. A. Bonnal, à la suite de plus de mille expériences, a pu affirmer: « que les variations de température de l'air extérieur influencent d'une manière très appréciable la chaleur d'un sujet placé dans un appartement, bien que la température de ce dernier n'ait pas varié. L'action du milieu ambiant se borne à modifier la température périphérique du corps. L'abaissement nocturne ne se produit pas d'une manière aussi nette si, au lieu d'être au lit, on reste assis à lire ou à écrire ». En toute saison, le minimum de la température du corps s'observe de minuit à trois heures du matin et peut descendre jusqu'à 36°,3 ; à Paris et à Milhau, après que la température nocturne se fut abaissée pendant plusieurs jours jusqu'à zéro, l'auteur trouva un minimum de 36°,05. En été, le minimum n'est qu'entre 36°,4 et 36°,5.

Le refroidissement nocturne du corps est en rapport avec le fait bien connu du ralentissement des oxydations dans le repos et surtout dans le sommeil, que nous avons signalé (p. 865). Il est donc important de couvrir sérieusement le soldat au bivouac, si l'on ne peut entretenir des feux auprès de lui, et d'envelopper efficacement, pendant la nuit, le corps des personnes qui, comme le conseillent Jäger et Brown-Séquard, dorment les fenêtres ouvertes, en vue de diffuser dans l'air libre la vapeur et le poison pulmonaires. Nous avons recommandé précédemment de chauffer, en hiver et pendant le jour, les parois et non l'air de la *chambre à coucher*. Ces parois rendent du calorique au corps de l'habitant nocturne.

L'homme élève sa couche au-dessus du sol et fait bien : il faut, le plus possible, pendant le sommeil, s'affranchir des influences thermiques, hygroscopiques et des gaz du sol. On dort rarement dans le décubitus dorsal ; mais plutôt couché sur un côté, le droit de préférence. La position n'est pas rectiligne, mais un peu incurvée, rappelant de loin l'attitude des quadrupèdes, qui se mettent « en rond » pour dormir. L'essentiel est qu'il y ait un relâchement complet et agréable de tout le système musculaire et que les gros viscères, le foie en particulier, reposent sur un plan et ne fassent pas percevoir de tiraillements pénibles. Les malades atteints d'hépatite ou d'épanchement pleural considérable se couchent soigneusement sur le côté malade.

Nous avons traité (page 822) la question du *lit* et du *vêtement nocturne*.

DEUXIÈME PARTIE

HYGIÈNE SPÉCIALE.

Jusqu'ici, en étudiant les rapports de l'homme avec le monde extérieur, nous avons pris pour objectif capital les modalités mêmes sous lesquelles le monde s'offre à nous ; leur influence sur la vitalité humaine ne venait qu'en second lieu et ne servait qu'à faire choisir et à préciser les points particulièrement dignes d'attention. Dans l'étude qui va suivre, le point de vue se modifiera entièrement ; c'est l'homme qui sera le point de départ ; ce sont les diverses phases de son existence collective qui détermineront le caractère des rapports à explorer, qui en feront naître de particuliers et que l'on ne pouvait soupçonner tant qu'il ne s'agissait que des rapports communs et nécessaires de tous les êtres avec le globe dont ils font partie. Il faudra donc préciser d'abord ces phases, ces aspects successifs et multiformes de l'histoire de l'humanité, et, à de certains égards, on pourrait craindre que nous ne revenions à cette conception du « sujet » de l'hygiène, répudiée au début. Il n'en sera rien, cependant ; ces aspects spéciaux de l'humanité, dans le passé ou dans le présent, ne sauraient être présentés en hygiène que comme une résultante des aptitudes variables de l'être humain et de ces mêmes influences communes, qui ont été analysées antérieurement. Seulement, il arrivera parfois que l'homme lui-même les a modifiées suivant son génie propre, quoique sans en changer le sens fondamental. En réalité, cette nouvelle étude n'est qu'une occasion d'interpréter, de développer et d'appliquer les notions précédemment acquises ; *l'hygiène spéciale n'est que l'hygiène générale en action.*

ARTICLE I.

HYGIÈNE SOCIALE.

Il est possible et même rationnel, comme le prouve un livre récent, de donner à l'*Hygiène sociale* une portée telle que tout ce que nous avons dit d'applicable aux collectivités, dans l'Hygiène générale, y rentre, ainsi que les considérations que vont nous fournir les groupes particuliers, dans cette deuxième partie. Nous n'envisageons, dans l'article actuel, que les éléments fondamentaux, les bases de la sociabilité humaine et les règles qui s'y rapportent. Nous mettrons simplement en vue, par les aspects qui intéressent l'hygiène, l'*Anthropologie*, l'*Ethnologie* et la *Démographie*.

1° Le groupe humain dans l'animalité. — Anthropologie.

L'anthropologie n'est pas de l'hygiène. Mais c'est une des lumières les plus précieuses que nous puissions invoquer; rien n'est mieux fait pour nous aider à comprendre le mouvement contemporain de l'homme que les documents recueillis sur ses origines, sur son évolution à travers les âges, sur les luttes qu'il a soutenues contre les milieux, et desquelles il a surgi, non comme le plus fort, mais comme le plus intelligent.

Origines de l'homme. — Trois théories cherchent aujourd'hui à résoudre cette question : la théorie *monogéniste* (Cuvier, Flourens, de Quatrefages), qui est un dogme plutôt qu'une opinion scientifique; — la théorie *polygéniste* (Broca, J. Périer), absolument rationnelle et qui se fond dans la suivante : — le *transformisme*, qui se passe du merveilleux dans l'origine des êtres vivants, de l'homme surtout, et se trouve singulièrement appuyé par les découvertes récentes de la bactériologie, de l'*atténuation des virus* et de l'*adaptation des espèces* microscopiques aux milieux divers. Cette doctrine se dédouble en *transformisme monogénique* (Darwin, Wallace, Hæckel, Buchner) et en *transformisme polygénique* (Debierre).

Mais il fallait d'abord montrer l'homme à une période reculée de son évolution, dans son état larvaire, si l'on peut dire, et faire tomber cette légende encombrante d'une espèce animale surgissant de rien, tout à coup et parfaite.

Cette histoire a été longtemps un livre fermé et que les savants ne voulaient même pas ouvrir. Cuvier, sans nier formellement, ne croyait pas à l'*homme fossile*. Pourtant, le duc Eberhard de Wurtemberg (1700) avait recueilli le crâne de Canstadt, qui devait être bien étudié par Jäger, en 1835; Tournal (de Narbonne), en 1828, Christol (de Montpellier), en 1829, Pitore, Ami Boué, Schmerling (de Liège; grotte d'Engis, 1833), Aymard (crâne du mont Denise, 1844), trouvaient dans des grottes ou des cavernes des ossements qui portaient d'une façon peu contestable le caractère humain. Mais les esprits répugnaient de parti pris ou par habitude à l'idée de l'*homme quaternaire ;* en admettant que ces fragments d'os et ces crânes eussent appartenu à des hommes, on continuait à ne pas croire que les os fussent contemporains du terrain dans lequel on les trouvait; ils étaient sans doute tombés par hasard au fond d'une brèche, à la suite de quelque dislocation du sol.

La démonstration allait être due à la ténacité de Boucher de Perthes (1840-1858), qui avait cherché les débris humains, non plus dans les cavernes, mais dans les couches profondes d'un terrain continu, stratifié et horizontal, dans le gravier déposé au fond de la vallée de la Somme pendant la période quaternaire. Longtemps soutenu par le seul Dr Rigollot, Boucher de Perthes obtint son légitime triomphe quand, en 1858, Falconer et un peu plus tard Prestwich, Evans et Flower, Lyell, puis Gaudry, G. Pouchet, enfin la Société d'anthropologie de Paris et Isid. Geoffroy Saint-Hilaire, proclamèrent l'authenticité de ses découvertes, soit en venant eux-mêmes, à Abbeville, voir et extraire de leurs propres mains les débris et les instruments, soit en soumettant la relation archéologique au contrôle d'une discussion rigoureuse. On sait aujourd'hui, vulgairement, que ces vestiges de l'homme quaternaire se composent à la fois de fragments d'os, d'armes de silex,

d'outils façonnés, et même d'objets dans lesquels le sentiment artistique se révèle sous la forme la plus naïve. Ces traces d'industrie ou d'art sont même plus abondantes que les ossements, et ç'a été longtemps une des objections dressées contre Boucher de Perthes, jusqu'à ce qu'il eût rencontré, en 1863, la mâchoire dite *du Moulin-Quignon* et, en 1864, une mâchoire inférieure et un crâne. A côté de ces débris humains se trouvent les débris fossiles du renne, du rhinocéros, du mammouth. D'ailleurs, on n'a pas tardé à remonter à des traces de l'humanité plus vieilles encore, contemporaines de la période tertiaire : Desnoyers, Capellini, retrouvent des vestiges humains dans le terrain *pliocène;* l'abbé Bourgeois, dans l'étage *miocène*. Si ce n'était pas encore l'homme, c'était le singe *anthropomorphe* (Gaudry) ou l'*anthropopithèque* (Mortillet, Hovelacque), précurseur de l'homme.

L'intérêt, pour l'hygiène et, probablement aussi, pour la philosophie de l'histoire, est dans la succession des phases de l'humanité, des traits qui caractérisent le développement de son industrie, l'apparition de ses tendances, de ses besoins distinctifs.

Les anthropologistes ont établi les périodes suivantes :

1° *Age de la pierre taillée.* — C'est la vaste époque de l'homme fossile, correspondant à la période quaternaire, à l'âge du renne. Elle comprend les *races paléolithiques :* de Canstadt ou de Neanderthal, de Cro-Magnon ou des Eyzies, toutes deux dolichocéphales ; de Furfooz (mésaticéphale et une autre sous-brachycéphale) ; les races de Grenelle et de la Truchère (brachycéphale). Ce sont là des races européennes. Elles avaient leur pendant sur le continent américain.

A cette époque, l'on vivait en tribus isolées ; on habitait dans des cavernes ; au dehors, l'homme était nu, ou couvert de peau de renne, mais à coup sûr peint et paré. On mangeait des fruits et les produits de la chasse et de la pêche, de l'aurochs, du renne, du cheval, du sanglier, de l'antilope, de la baleine et de l'homme aussi. Ces races quaternaires possédaient l'*usage du feu*. L'industrie n'avait guère qu'un but, fabriquer des instruments de défense et de chasse ; on les faisait de ces *silex taillés* (fig. 246 et 247) qui ont valu à cette époque le nom qu'elle porte. Cependant, le sentiment artistique ne tarda pas à s'éveiller ; on dessina sur des os la figure des animaux familiers, des scènes de chasse ; vraisemblablement, l'homme paléolithique connut la poterie vers la fin de cette période. Il n'avait pas de religion et n'en sentait pas le besoin (Mortillet).

2° *Age de la pierre polie.* — Vers la fin de l'époque de la pierre taillée, dit Debierre, de nouvelles races venues de l'est firent invasion au milieu des dolichocéphales paléolithiques (de nos contrées), apportant avec elles des instruments de *pierre polie;* l'agriculture, la vie sédentaire, la poterie, une meilleure pratique de la domestication des animaux, la coutume de l'ensevelissement des morts et la construction des *monuments mégalithiques* (dolmens, menhirs, cromlechs, etc.). Les races primitives furent refoulées, amoindries, mais plutôt absorbées que détruites.

L'homme connut l'art de polir les silex qui lui servaient d'armes (fig. 248 et 249). Il se fit des habitations — lacustres souvent ; — il s'entoura du chien, du bœuf, du mouton, de la chèvre ; sema le froment,

l'orge, le lin ; cultiva la céramique, la vannerie ; fit des tissus, multiplia les engins de la parure et sut ajouter les ressources de la pêche à celle de la chasse. Les dolmens et constructions analogues sont la caractéristique de l'époque.

Les races d'alors étaient : l'une dolichocéphale (type de la caverne de l'Homme-Mort dans la Lozère), l'autre brachycéphale. Celle-ci arriva à la fin des temps géologiques ; c'est elle, probablement, qui reçut plus tard le



Fig. 246. — *Pointe de lance de Solutré.*

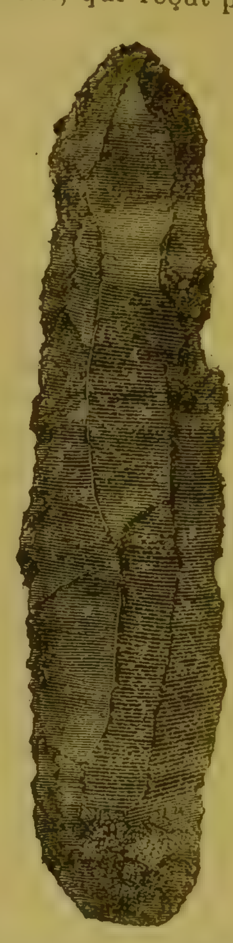


Fig. 247. — *Couteau en silex de l'âge du renne.*

nom de Celtique. Plus tard encore, elle allait être refoulée par des dolichocéphales à carnation claire, Galates, Cimbres, Cimmériens.

3° *Ages du bronze et du fer.* — Ce fut un pas de géant que le passage du travail de la pierre à celui des métaux. L'homme commença, paraît-il, par l'*or*, très malléable et sans utilité pour des tribus sauvages ; puis il essaya du *cuivre*, de l'*étain*, et arriva ainsi au *bronze*, soit que cette industrie ait été apportée de l'Inde aux Celtes, soit qu'elle ait été trouvée sur place dans notre pays. Le *fer* détrôna enfin le bronze ; en Grèce, 1400 ans avant notre ère ; en Gaule, 800 ans avant la même ère.

L'homme de ces âges bâtissait encore des dolmens ; mais son industrie s'élevait en étendue et en variété, celle des armes de guerre ou de chasse et des objets de parure, tout d'abord. Puis, l'on inventa le *tour du potier*,

on tissa des étoffes, on dompta de nouveaux animaux. C'est à cette époque que l'*incinération* des morts remplaça l'enfouissement.

Ainsi se développait, tantôt spontanément, tantôt à la faveur de croisements ou de superpositions violentes, dans un laps de temps que l'on ne saurait estimer à moins de 200,000 ans, cet « être faible et chétif, nu et sans armes, soutenant à peine au jour le jour son existence famélique et ne trouvant, dans le creux des rochers, qu'un refuge insuffisant contre les dangers incessants qui venaient l'assaillir. Au calcul des chances ordinaires,



Fig. 248. — *Hache polie, dite pierre de foudre.*

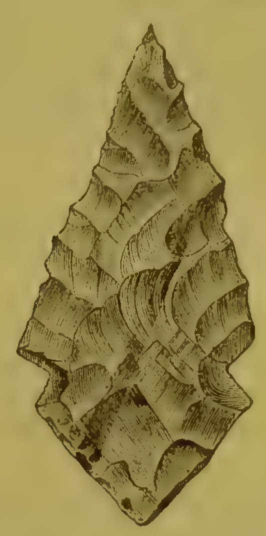


Fig. 249. — *Pointe de flèche néolithique* (Saône-et-Loire. H. de Ferry).

cet être paraissait privé de tout ce qui, dans la bataille de la vie, assure la survivance des espèces. Mais il possédait deux merveilleux instruments, plus parfaits en lui qu'en toute autre créature, le cerveau qui commande et la main qui exécute. Les espèces colossales des temps géologiques ont disparu, l'Homme est resté... » A part cette idée de « créature » et par conséquent de création, qui est, ici, une dissonnance et une hypothèse, ces belles paroles de Broca précisent parfaitement ce qui est l'essence de l'humanité. C'est, au suprême degré, le *groupe perfectible*, s'acheminant sans cesse vers ce qui est mieux et ce qui est meilleur. Aussi l'hygiène est-elle faite pour lui.

La race aryenne. — Nous avons déjà vu noté le fait de l'invasion de la race de Furfooz par des tribus venues de l'est et l'hypothèse de l'initiation des Celtes à l'usage du bronze par l'Inde. La linguistique prouve que les instruments de la pensée ont été également apportés à l'Europe par les civilisations primitives de l'Asie centrale, par les Aryas. Nous leur devrions aussi la religion et la monogamie. Faut-il en conclure qu'il y ait eu, de même, une pénétration importante des races autochtones d'Europe par les Aryas? On l'a pensé autrefois; mais cette formule est discutable, comme l'ont fait remarquer Omalius d'Halloy, J. Périer, G. Lagneau, A. Sanson, et malgré le récit d'Ujfalvy, qui aurait retrouvé le type celtique chez les Galtchas du Pamir et les Tâdjiks des plaines adjacentes. La race sémitique,

après les Couschites du haut Nil, atteignait à une civilisation puissante et inventait l'écriture *phonétique*, alors que la race aryenne était encore enfermée dans la vallée de l'Oxus. Mais celle-ci posséda le *sanscrit* ou *zend*, d'où dérivent le *grec*, le *latin*, l'*allemand*, le *russe*. On a donc supposé que, par des émigrations successives (Ad. Pictet), et en suivant différentes voies, la race aryenne s'est répandue sur l'Asie et sur l'Europe. « Les Hellènes, les Latins, les Celtes, les Germains, les Slaves, forment les rameaux de cette souche privilégiée qui, partie de l'Imaus, devait conquérir le monde. Les Pélasges seraient arrivés en Grèce vers 2,500 av. J.-C., venant de l'Asie Mineure. » Ainsi s'exprime Debierre, tout en notant les réserves qu'il y a à faire sur cette hypothèse, un moment classique, et en montrant combien il est facile qu'un peuple accepte la langue de l'étranger, sans cesser d'être d'un sang différent. Il y a même des faits qui prouvent directement que les Aryas de l'Inde n'ont transporté en Europe ni leurs plantes ni leurs animaux. S'il en est venu dans notre pays, c'est donc un élément ethnique sans importance.

Quand on considère sans parti pris le rôle énorme qu'ont joué, dans l'évolution de l'humanité, les *Celtes*, ces descendants probables des races autochtones de Furfooz et de Solutré, qui ont absorbé les envahisseurs; quand on a reconnu la vigueur et la ténacité des Celtes modernes de l'Ouest, celle des Ibères et des Ligures, leurs frères, on se demande ce que signifie la formule : que l'avenir appartient aux seuls Aryas, élément discuté et, dans tous les cas, fort restreint des populations européennes actuelles. Les Aryas de l'Inde et de l'Asie ne paraissent pas avoir gardé une supériorité décidée. En revanche, le peuple allemand, en sa qualité de branche aryenne pure, se prétend l'arbitre et le garant du progrès humain. En soi, c'est fort louable. Seulement, la plupart des Allemands méridionaux (Bavière, Wurtemberg, haute Silésie, et jusqu'en Croatie et Roumanie) sont brachycéphales et d'une origine fort voisine de celle du type celtique (Hölder, His, Schmidt, Virchow, Desor, de Ring, Hovelacque, Topinard, etc., cités par G. Lagneau).

Si les peuples d'Europe sont essentiellement autochtones, il n'y a pas à s'étonner qu'ils s'acclimatent difficilement dans l'extrême Orient. Ce n'est pas un retour vers les climats originels, comme on l'a dit; c'est une transplantation inattendue et violente.

Mais, s'il y a encore, dans notre Occident, de vastes groupes descendant en ligne directe, sauf des mélanges, des Troglodytes de Furfooz, c'est qu'une même race humaine peut passer successivement par les âges de la pierre, du bronze, du fer, arriver à l'épanouissement moral tel qu'il est aujourd'hui dans notre région, et même le dépasser encore. On ne peut donc pas considérer comme fatalement bornées à leur infimité actuelle les tribus africaines ou océaniennes, que l'Europe surprend aujourd'hui dans un degré de développement à peu près identique à celui que possédait l'homme quaternaire. Ce sont des familles en retard, voilà tout, très en retard assurément, et qui ne peuvent franchir d'un bond l'effrayant espace qui les sépare de nous; mais elles ne sont pas radicalement incapables, il faut les aider et leur donner le progrès à petites doses. On a constaté que les races inférieures dépérissent et tendent à disparaître au contact des Européens; il ne saurait en être autrement, s'il y a lutte pour l'existence entre ceux-ci et celles-là. Mais que l'on suppose les Européens disposés à apporter à ces hommes en retard la vie et non la mort, il n'y a pas de loi anthropologique qui ait prononcé la condamnation de tout ce

qui n'appartient pas à la famille aryenne. Il faut pourtant bien que toutes ces tentatives que l'on fait de nos jours pour percer les mystères de l'Afrique centrale aient une autre intention que celle de balayer, sous le souffle européen, les peuplades qui y vivent dans une ignorance profonde; autrement, les Baker, les Livingstone et tant d'autres hardis voyageurs, au lieu d'avoir droit à notre admiration, ne seraient que les éclaireurs détestables de bandes avides et cruelles. Paul Passy note que les Indiens d'Amérique ne s'éteignent point, comme on le croit. Il y en a 376,000 dans les États-Unis, dont 60,000 sont citoyens des États.

Cette réflexion montre l'utilité de l'anthropologie en hygiène, du moment que l'hygiène se propose aussi la durabilité des groupes humains. Les mêmes études révèlent d'ailleurs l'étendue de la puissance de l'homme vis-à-vis des milieux et, réciproquement, la puissance de ceux-ci, du sol et du climat en particulier, pour assurer ou limiter chez l'homme certaines aptitudes, celle, par exemple, de la transplantation lointaine.

2° Les groupes ethniques.

Il n'est pas douteux que les différences actuelles, dans la constitution de chaque peuple, ne correspondent à des tendances particulières et à des besoins distincts, en hygiène aussi bien que dans le domaine de la politique et des lois. Les peuples sont faits d'*éléments fondamentaux*, préhistoriques, et de *races surajoutées*, à la faveur des migrations pacifiques ou violentes. Le tout moderne peut avoir sa caractéristique propre; mais il rappelle inévitablement, au moral comme au physique, ses composants archaïques, la race quaternaire que l'on eût crue disparue et la race de superposition. On ne comprend pas bien les mœurs, l'esprit ni l'hygiène d'une nation, si l'on ne possède la notion de ses facteurs ethnologiques.

Acquérir cette connaissance pour tous les peuples du monde nous serait impossible et resterait probablement peu utile ici. Nous insisterons seulement sur ce qui regarde notre pays.

Ethnologie de la France. — Les races fondamentales du peuple français sont les *Celtes*, les *Ibères* et *Ligures*, les *Gaëls;* les familles surajoutées sont *Grecques* et *Romaines*, *Sémitiques*, *Germaniques*, *Slaves*.

Races fondamentales. — *Les Celtes*. — Les Celtes, qu'on a supposés d'origine asiatique, sont plutôt *aborigènes* (G. Lagneau). Moins anciens que les Ibères et Ligures, ils ont succédé aux dolichocéphales de l'époque de Cro-Magnon et se rattachent peut-être à la race de Furfooz. Ils sont brachycéphales comme elle, de taille courte et trapue, à cheveux lisses, châtains ou bruns, de bonne constitution. Ils peuplent l'ouest de l'Europe, y compris une partie des Iles-Britanniques, et le Centre, depuis la Garonne jusqu'aux deux rives du Danube. Un million d'hommes (Armorique, Galles, Cornishire, Devonshire, montagnes de l'Écosse, Irlande), parlent encore la langue celtique (*bas-breton*, *cornish*, *albanach*, *eironach*). Mais une infinité de Celtes parlent français, anglais ou allemand.

Plus anciens que les *Gaëls*, *Galates* ou *Kymris*, les Celtes, probablement envahis, refoulés ou pénétrés par ces derniers, en avaient en partie adopté la langue et les usages au temps de la conquête romaine. Les Latins ont même habituellement confondu les deux races sous le nom unique de *Gaulois*.

Ibères, Ligures, Basques. — Quelques anthropologistes ont pensé que ces trois familles appartiennent à la même race. G. Lagneau les distingue; il assigne aux Ibères la plus grande partie du territoire de la péninsule hispanique et la portion du territoire français comprise entre la Garonne et les Pyrénées; aux Ligures, le littoral méridional de la péninsule, le littoral français depuis l'embouchure de l'Aude jusqu'aux Alpes, et, en Italie, le pays compris entre les Alpes et l'Arno; entre les deux, il place les *Bébrykes*, venus probablement de l'Asie Mineure et proches parents des Ibères. Ligures et Ibères auraient également contribué à former la population de la Grande-Bretagne et des îles méditerranéennes. Quant aux Basques, ils auraient fourni à nos peuples du Midi, à l'Espagne du Nord-Est (Biscaye, Navarre) des éléments plus importants que ne pourrait le faire supposer l'étendue actuelle du territoire où la langue s'est conservée avec le type anthropologique primitif.

L'origine des Ligures, des Ibères, des Basques est fort incertaine. On a rapporté l'un ou l'autre ou même plusieurs de ces rameaux, soit aux *Atlantes*, dont le territoire originaire a disparu sous les eaux, soit aux *Aryens* de l'Asie centrale, soit au *type mongoloïde*. Ce qui complique le problème, c'est la pénétration de vieille date des Ibères par des Celtes. La race ibère est vraisemblablement dolichocéphale, mais fine, délicate, gracieuse et distincte des dolichocéphales massifs et de grande taille de Cro-Magnon (petits dolichocéphales andaloux, aux extrémités fines). Les Ligures sont, au contraire, très brachycéphales; os des membres grêles, courts, de petites dimensions; stature peu élevée. Les Basques paraissent ne pas représenter un type unique; le plus remarquable, sinon le plus caractéristique, est brachycéphale, à tête arrondie, orthognathe, avec le nez droit, sans dépression naso-frontale, la bouche fine, les dents petites; leurs femmes, qui conservent le mieux les caractères ethniques, sont remarquables par la belle conformation du cou et des épaules; le beau développement de la poitrine, les fortes incurvations de la colonne vertébrale, la vigueur du système musculaire, l'élégance des extrémités.

Les Basques, Vascons ou Gascons (*Eusk-Aldunac*), présentent cette particularité étrange de parler une langue holophrastique, agglutinative (*Euskuara*), c'est-à-dire de la famille des langues qui ont été les premières de l'humanité et sont encore aujourd'hui à l'usage des anciens Américains et de la branche touranienne. Cette circonstance n'a pas peu contribué à accentuer l'énigme de leur origine. Quelques-uns paraissent avoir des affinités avec les Atlantes et avec les Kabyles actuels. Ils sont dolichocéphales, comme l'homme de Cro-Magnon. Une autre singularité, c'est la tendance des Basques à l'expatriation; « depuis trente ans, le quart des hommes valides auraient quitté le pays basque (y compris nos départements pyrénéens et des Landes) pour se porter surtout vers Buenos-Ayres, Montevideo et le bassin du Rio de la Plata » (Lagneau).

Il n'est pas douteux que les *Aquitains* ne participent plus des caractères des Ibères que de ceux du reste des Gaulois.

Gaëls ou *Galates, Cimbres, Belges.* — Ceux-ci seraient tous venus du Nord-Est et auraient joué vis-à-vis des Celtes le rôle d'envahisseurs. Les Galates, les premiers arrivés, probablement au début de la période néolithique, paraissent avoir occupé tout le nord de l'Europe, les côtes de la Baltique et de la mer du Nord (en particulier le Jutland, *Chersonèse cymbrique*) et une partie de la Russie, avant de passer le Rhin et de pénétrer dans le pays des Celtes, auquel ils allaient donner leur nom. Ils se rattachaient, sans doute, par des migrations successives, aux *Kimmériens* qui habitaient au nord du Pont-Euxin (Crimée, Κιμμέρια). En même temps qu'ils dominaient entre le Rhin et la mer jusqu'à la Seine, au sud, ils envoyaient des colonies aux Iles Britanniques (Calédonie), pénétraient les Celtes dans toute la profondeur

du pays jusqu'aux Pyrénées et poussaient des pointes dans la Péninsule hispanique (Galice, Porto-Calle, Oporto). C'était une race audacieuse, inquiète. De vastes tribus, occupant le centre de la France actuelle, de l'Océan aux Alpes, se mirent un jour à émigrer vers l'Italie (Gaule Cisalpine), entraînant, selon toute apparence, avec elles de véritables Celtes, auxquels elles s'étaient enchevêtrées. Quelques-unes, plus belliqueuses encore, pénétrèrent en Pannonie, d'où elles passèrent en Grèce, pillèrent le temple de Delphes (278 av. J.-C.), et enfin portèrent jusque dans l'Asie Mineure le nom redouté des Galates (*Galatie*, actuellement les Sandjakats d'Angourieh et de Kiankari).

Ces Galates étaient dolichocéphales, mais distincts des races de Canstadt et de Cro-Magnon, bien antérieures, avec les descendants desquelles ils ont pu toutefois se croiser. Les premiers immigrants galates procédaient d'autres dolichocéphales dont l'origine ni les caractères ne diffèrent essentiellement de ceux des premiers. Ceux-ci avaient le crâne allongé, régulièrement ovale; capacité crânienne, 1680 centimètres cubes; face étroite. Ils étaient de haute taille, avaient les cheveux blonds ou roux, la peau extrêmement blanche, les yeux bleus, la constitution charnue, molle, mais riche en sang. On voit, à ce portrait, résumé de Tite-Live, Diodore de Sicile, Silius Italicus, Strabon, etc., que les Galates ne différaient pas sensiblement des Germains. Leurs vertus étaient l'audace, le courage, l'impassibilité des hommes, la chasteté farouche des femmes. Ils parlaient une langue différente de celle des Celtes.

Les *Cimbres* habitaient les marais du littoral de la mer du Nord, à côté des *Teutons*, des Sycambres, des Chérusques, lorsqu'au deuxième siècle avant notre ère une horde de cette tribu se dirigea vers l'intérieur du continent, accompagnée de ses voisins de la Germanie septentrionale, les Teutons, se fit repousser de la Gaule belgique, ravagea la Gaule et franchit même les Pyrénées. Rentrés en Gaule, ils passèrent les Alpes pendant que Marius écrasait leurs alliés avec leur roi, Theutoboch, près d'Aix, pour aller se faire détruire eux-mêmes par le même général, près de Verceil (101 av. J.-C.). Les uns et les autres ont probablement peu influencé l'ethnologie de nos pays.

Les *Belges* ont suivi les Galates et précédé les Cimbres, procédant, du reste, de la même race germanique. Ils ont occupé, au nord des Celtes, toute la région maritime de notre pays, probablement jusqu'à la Loire (*Vénètes :* Vannes) et peut-être jusqu'à la Garonne (*Volces Tectosages :* Toulouse, Carcassonne, Nîmes); on en retrouve la trace au port *Iclius* (*Sithiu*, Saint-Omer), chez les *Meldes* (Meaux), les *Atrébates* (Artois), les *Bellovacs* (Beauvais), etc. Ils ont envoyé des colonies dans l'île d'Albion. Ce sont eux, paraît-il, qui lui ont valu son nom de Bretagne; les *Britanni* étaient une de leurs tribus, qui, depuis la Germanie, suivait le littoral dans ses migrations.

Races surajoutées. — *Sémites.* — Les Sémites sont représentés dans la population française par les descendants des Phéniciens, des Carthaginois, des Sarrasins, des Juifs.

Les *Phéniciens* et les *Carthaginois* ont eu des comptoirs sur le littoral de la Méditerranée et des Pyrénées-Orientales. Mais leur influence ethnique est restée à peu près nulle.

Les *Sarrasins* ont pénétré en France vers 721, ont fortement occupé le Midi et, selon toute apparence, poussé jusqu'aux Alpes et jusqu'à la Moselle, pour disparaître en 975, après la prise du château de Fraxinet par le comte Guillaume de Provence. Leur influence sur notre ethnologie est restée médiocre, sauf dans le Midi, particulièrement aux environs de Narbonne, et dans les Alpes (Maurienne, mont des Maures).

Les *Juifs* se sont portés vers l'Occident bien avant la prise de Jérusalem par Titus;

mais c'est à cette époque que le plus grand nombre des défenseurs de la Judée s'expatrièrent en Espagne et en Gaule. Les persécutions religieuses les firent refluer, à diverses reprises, de l'Espagne et du Portugal vers la France, ou quelques-uns embrassèrent le christianisme, en formant néanmoins de petites colonies peu disposées à fusionner avec leurs voisins. Les Juifs, restés tels, ont adopté un certain nombre de localités du Midi, du Centre et de l'Est; le plus grand nombre est à Paris. La perte de l'Alsace et d'une partie de la Lorraine a diminué d'une quarantaine de mille le nombre des Juifs ; ils ne sont guère aujourd'hui que 50,000. Mais il faut réduire notablement ce chiffre, sinon au point de vue de la différence de culte, au moins au point de vue anthropologique; la plupart des Juifs de l'Est et même de Paris n'ont rien de commun avec la descendance de Jacob et ne sont même pas Sémites. Ils descendent des « *Juifs allemands* », beaucoup plus nombreux que les vrais et qui proviennent des peuplades touraniennes, germaines et slaves, converties au judaïsme, du sixième au neuvième siècle de notre ère. Il n'y en a, du reste, pas d'autres en Russie, en Pologne, en Gallicie, en Prusse, ni guère d'autres dans le reste de l'Allemagne. Toutefois, quand ces pseudo-juifs ont pénétré dans nos provinces orientales, ils y ont rencontré des Hébreux véritables, auxquels ils se sont mêlés. Il est curieux de voir aujourd'hui les Allemands organiser une agitation « anti-sémitique » contre des compatriotes professant une autre religion que le christianisme, mais qui sont Tartares et Slaves, comme les Prussiens, et Germains plus qu'aucune tribu de l'empire de Guillaume.

Les Juifs sémites sont mésaticéphales, de petite taille, la face étroite avec un léger prognathisme alvéolo-sous-nasal ; le menton parfois peu saillant, donnant au visage un profil courbe; la barbe noire, le teint mat. Leurs femmes sont souvent fort belles. Un de leurs caractères est la lasciveté. Les Juifs allemands n'ont aucun de ces traits ; en revanche, ils présentent des faces larges, des nez épatés, des yeux bleus, des cheveux plus ou moins blonds, en rapport avec leur origine tartare ou germanique. Leurs femmes ne sont menstruées qu'assez tard.

Il est fort remarquable que ces Juifs, d'origine si diverse, se ressemblent néanmoins par un mouvement démographique prospère, sous toutes les latitudes. Toutes ces familles ont beaucoup d'enfants, une mortalité faible et une grande longévité.

Cela prouve, une fois de plus, que les aptitudes ethniques innées ne sont pas absolument décisives dans la vitalité des races et que l'homme peut les plier, les dominer, en se soumettant à certaines règles. Or, tous les Juifs à peu près suivent les dogmes des pharisiens (ou *isoleurs*) qui les séparent des populations au milieu desquelles ils vivent; tous sont sobres, et le culte de la famille est un de leurs premiers devoirs religieux; presque tous, par tradition, s'abstiennent du travail manuel, particulièrement du travail de la terre, et habitent les villes plutôt que la campagne, ce qui, dans les pays à malaria, les met à l'abri des influences telluriques.

Grecs et Romains. — Les Rhodiens paraissent avoir fondé la ville de *Rhodanusia* à l'embouchure du fleuve qui depuis s'est appelé *Rhodanus*, le Rhône. Vers 599 avant notre ère, des navigateurs partis de Phocée (à 42 kilom. de Smyrne), en Asie Mineure, fondèrent *Massilia* (Marseille), sur le littoral du pays des Segobriges. Leurs descendants élevèrent Monaco, Nice, Antibes, Hyères, la Ciotat, Agde. Ils fournirent des colons à Arles, Avignon, Cavaillon, Nîmes. Cet élément ethnique a probablement joué un grand rôle par l'importation de l'écriture.

Les fugitifs de Phocée, qui fondèrent Marseille, appartenaient à la branche ionienne de ces Hellènes, si admirablement aptes aux lettres et aux arts. On voit encore à Arles et surtout à Agde, paraît-il, des filles présentant la type grec dans toute sa pureté. Les Grecs ont aussi fourni des colons à la Corse.

Les *Romains* sont entrés en Gaule en 125 av. J.-C., appelés par les Marseillais. On sait qu'ils devaient bientôt dominer tout le pays et lui laisser leur civilisation et leur langue. L'imprégnation a été, pourtant, bien plus forte au point de vue politique et social qu'au point de vue ethnique. Les légions ne se fixaient pas en Gaule, à moins qu'elles ne fussent déja composées de Gaulois; c'étaient surtout les marchands qu'on voit à la suite des armées, les employés civils de la conquête, qui s'alliaient aux gens du pays et y faisaient souche. Et puis, cette domination n'a été que passagère. Les types romains se sont perdus dans les autres de notre nationalité.

Ces types étaient essentiellement réprésentés par la race *étrusque*, dolichocéphale ou sous-dolichocéphale, à face allongée, de grande taille, avec des membres forts, des extrémités assez grêles ; et par la race *sabellique*, au crâne à la fois long et large, *euricéphales*, avec aplatissement du vertex, *platicéphales*, le front large mais peu élevé, le nez assez fort ou un peu aquilin, la bouche accentuée, le menton court et arrondi (les têtes cuboïdes des empereurs romains) ; un cou court, des membres forts et peu longs, un système musculaire très développé, une ossature courte et massive, une stature moyenne ou peu élevée.

Races germaniques des invasions barbares. — La plupart des noms que l'histoire a attachés aux principales invasions germaniques sont des noms de confédérations, plutôt que de peuples; ainsi les *Suèves*, les *Allemands*, les *Franks*.

Les *Suèves* pénétrèrent dans la Gaule, en 407, et la traversèrent pour aller former en Espagne un royaume éphémère.

Les *Allemands* (Allamans, *Allmann :* tout homme, confédération formée d'éléments divers), venus de la Germanie centrale, occupaient les deux rives du Rhin (Bade et l'Alsace) et peut-être la région appelée plus tard Lorraine allemande, lorsqu'ils furent défaits à Tolbiac (496) par Clovis. La plupart retournèrent sans doute dans le sud-ouest de la Germanie, qui prit le nom d'Allemagne.

Les *Wisigoths* (Goths de l'ouest) entrèrent en Gaule peu après les Suèves. Ils venaient du nord de la Germanie, près de la Baltique, après avoir occupé la Scandinavie. Ils possédèrent la région située entre la Loire et les Pyrénées jusqu'à la bataille de Vouillé (507), et la Septimanie jusqu'en 730. Ils y ont laissé l'empreinte ethnologique.

Les *Burgundes, Burgundions*, habitaient le nord-est de la Germanie, auprès de la basse Vistule. Après avoir été maîtres du pays situé entre le Rhin, les Vosges et la Moselle, ils furent refoulés par les Huns, occupèrent la Savoie et, plus tard, définitivement une région s'étendant du cours de la Durance au bassin du Rhône et de la Saône et à la plus grande partie de l'Helvétie. Leurs caractères ethniques, principalement leur haute taille (*Burgundio septipes*), se retrouvent chez les habitants actuels des départements du Doubs, du Jura, de la Côte-d'Or. A ces Burgundes paraissent s'être ajoutés, vers 572, quelques *Lombards*, échappés de défaites subies de l'autre côté des Alpes.

Les *Franks* étaient une réunion de tribus germaniques fort diverses, Saliens, Ripuaires, Sicambres, Chamaves, Attuaires, etc. Ils venaient du nord-ouest de la Germanie, et, quoique battus par Julien l'Apostat, ils avaient réussi à rester sur le cours inférieur du Rhin. Vers le milieu du cinquième siècle, ils s'emparèrent de Tournai, de Cambrai, furent encore battus par les patrices romains, et néanmoins possédèrent toute la partie septentrionale de l'ancienne Gaule. Lorsque Clovis eut vaincu Syagrius à Soissons, puis les Burgundions (501), les Wisigoths (507), les Franks dominèrent sur la plus grande partie des Gaules qui prit, dès lors, le nom de France.

Bien que le rôle politique des Francs ait été capital, ils ont, moins encore que les Romains, influencé l'ethnologie de notre peuple, pour des raisons générales que nous dirons, et peut-être aussi parce que le plus grand nombre de ces guerriers, peu mêlés aux populations conquises, furent exterminés en grand nombre à Fontanet, sous le drapeau de Louis le Germanique. Le fait est que l'on n'en vit plus lorsqu'il fallut résister aux agressions des pirates normands.

Les *Saxons* ont probablement laissé une trace ethnologique sur le littoral français de l'Océan, qu'ils visitaient en pirates en même temps que la Grande-Bretagne; les habitants de l'île de Batz descendraient de ces Germains. Il est probable aussi qu'il faut compter comme nos ascendants les milliers de Saxons que Charlemagne transporta en Gaule, on ne sait trop sur quel point précis, quelques-uns disent en Flandre. Le pays de Bayeux aurait encore été peuplé d'émigrants saxons, de même que les faubourgs du Hautpont et de Lysel, à Saint-Omer. Enfin, il n'est pas impossible que les Saxons aient été les importateurs du dialecte *Vlaemsch;* à moins qu'il ne soit dû aux *Ménapiens,* parents des Frisons, peuplade germanique d'avant la grande invasion, qui habitait la Zélande et en fut déplacée par les Usipèdes et les Tencthères, au moment de l'arrivée des Suèves.

Les *Normands* habitaient la Scandinavie et peut-être le Jutland. Leurs incursions dans les Gaules datent du commencement du neuvième siècle. Elles devaient finir par leur établissement définitif, en 911, sur la plus grande partie de la Neustrie. On en retrouve particulièrement les traces sur le littoral et le long des fleuves, près de Bayeux, de Barfleur, de Trouville.

Les quelques *Anabaptistes* restés aux environs de Schirmeck, après le massacre des « rustauds » à Saverne par le duc Antoine de Lorraine, complètent la liste des familles d'origine germanique implantées sur le sol français.

Tous ces Germains ou Scandinaves sont dolichocéphales, à face haute, de stature élevée (sauf, paraît-il, les Cattes et les Flamands), ont les cheveux blonds, les yeux bleus, les chairs abondantes et molles, le visage coloré, la peau blanche. Leur développement est tardif; les filles ne sont pubères que vers la seizième année. Ces caractères s'atténuent à mesure qu'on les étudie chez des familles plus rapprochées des premiers envahisseurs, Galates et Cimbres. Ils sont, du reste, assez rares à l'état de pureté, pour diverses raisons; en outre des croisements inévitables entre les conquérants et les vaincus, malgré le soin que prirent les premiers de ne pas faire d'alliances régulières de cette sorte, la principale de ces raisons est le petit nombre relatif de ces nouveaux venus, par rapport aux races fondamentales. Il semble même que le chiffre des hommes blonds tend à décroître encore en France et jusqu'en Angleterre.

Sarmates et Slaves. — Cette famille a laissé très peu de traces dans notre population. Les *Vandales* n'ont fait que traverser le pays en dévastateurs; les Alains, d'origine scythe, paraissent avoir occupé les campagnes des environs de Valence et les abords de la Sèvre niortaise d'une façon assez sérieuse pour y marquer leur imprégnation ethnique; les *Théiphales* se sont établis dans le bas Poitou; quelques soldats *sarmates* furent disséminés en Gaule, vers la fin de l'empire d'Occident; des *Agathyrses* peuvent s'être fixés dans le Poitou; des *Ruthènes* entre Calais et Dunkerque.

Ces tribus étaient dolichocéphales et ressemblaient fort aux Germains avec lesquels elles avaient déjà, comme aujourd'hui, des contacts permanents et une pénétration réciproque.

Ouralo-Altaïques. — Les *Huns* d'Attila venaient du bassin de l'Oxus, d'où ils avaient pénétré en Europe en franchissant le fleuve Oural. Ils n'ont eu aucune

influence sur notre ethnologie. Les Hongrois, qui dévastèrent la Lorraine, au dixième siècle, ne paraissent pas y avoir laissé de descendants. Ce sont des sous-brachycéphales.

Tsiganes, *Bohémiens*, *Zigeuners*, *Gitanos*. — Ce sont des nomades d'origine hindoue, provenant probablement de plusieurs migrations successives, dont quelques-unes antérieures au dixième siècle avant J.-C. On en trouve en divers endroits de la France, particulièrement dans les Pyrénées et dans les Vosges. Cette race est sous-dolichocéphale, mais avec deux types : l'un, fin, à face allongée, ovale, aux traits accentués, au nez aquilin; l'autre grossier, aux traits ramassés, au regard moins perçant. Le crâne est toujours d'une faible capacité. Les Zigeuners des Vosges, à peau basanée, aux cheveux noirs abondants, semblent appartenir au type fin.

On pourrait, enfin, ajouter à cette longue énumération l'influence ethnique qu'ont pu avoir l'occupation anglaise de la Guyenne, de Calais et de divers autres points, et surtout le séjour des Espagnols en Franche-Comté, en Picardie, en Flandre. Cette dernière circonstance a laissé des traces bien plus évidentes que l'autre, qui, d'ailleurs, ne pouvait guère que nous renvoyer des Celtes et des Normands, identiques à ceux du sol français.

Le peuple français actuel. — Les trois familles que nous avons appelées *fondamentales* constituent, évidemment, la trame ethnologique de notre population, que l'infusion répétée, à petites doses, de sang étranger, ne saurait altérer essentiellement. Les points sont rares et circonscrits, dans lesquels il est possible de retrouver, à grands renforts de recherches historiques, archéologiques et, quelquefois, d'hypothèses, le type à peu près pur de quelqu'une des tribus d'invasion. La population fondamentale, celle qui, déjà issue de rameaux divers, s'était assez unifiée à la suite des siècles pour ne plus porter que le nom de *Gaulois*, a successivement absorbé les Romains, les barbares de la Germanie et toute autre tribu, qui, dans son passage sanglant, aurait pu laisser une fraction de sa nationalité sur notre territoire. Bien plus, il est manifeste que la race celte a exercé vis-à-vis des autres éléments anciens, particulièrement sur le rameau germanique (Gaëls), une puissance d'absorption analogue; les Germains de France se rapprochent autant des Celtes que les Germains d'Allemagne se rapprochent des Slaves. Le peuple français est donc celtique, nuancé de façons diverses et à des degrés variables selon qu'on l'étudie au nord ou au midi, à l'est ou à l'ouest. Il ne se ressemble pas partout à lui-même; mais partout on retrouve quelques traits communs, que n'ont pas les autres au même degré : *facies non omnibus una, nec diversa tamen*.

Les mêmes influences de milieu qui avaient fait de cette race aborigène ce qu'elle est, ont continué à agir sur les immigrants dans un sens qui devait les rapprocher de plus en plus des autochtones. Dans cette portion de l'Europe occidentale limitée par le Rhin, les Alpes, la Méditerranée, les Pyrénées et l'Océan, il y a une homogénéité des conditions climatiques et telluriques qui pousse à l'unité. A la périphérie de ce territoire, là même où l'on peut se demander de quel côté sont les tendances, on n'incline pas, ou l'on n'incline plus dans la direction excentrique. Les besoins, les habitudes, les pensées mêmes s'uniformisent et prennent invinciblement la

même note dominante, la note française. La langue des Celtes, les dialectes germaniques, mais par dessus tout le latin, ont fourni les éléments de la langue nationale, mais il n'a pas été besoin de violence ni de loi pour faire prédominer celle-ci sur le basque, sur le bas-breton, sur le flamand, ni même pour fondre la *langue d'oc* avec sa rivale d'*oui*, plus appropriée à la diversité des éléments populaires. A vrai dire, cette prédominance n'est autre chose que l'unification des races et non le triomphe de l'une d'elles.

Nous pouvons, après cette revue d'ethnogénie française, faire remarquer, avec G. Lagneau, combien il est puéril de parler de *races latines* et de *pan-latinisme*, quand il s'agit de nous, et, surtout, quand on a l'intention de nous confondre, sous ce titre, avec les Espagnols, les Portugais, les Italiens, les Valaques. Sauf la langue, nous sommes tout, excepté Latins, et nous n'avons de commun avec les péninsulaires que l'origine d'une fraction de notre peuple, Ibères d'un côté, Ligures de l'autre. Il serait aussi rationnel de nous englober dans le *pangermanisme*, sous prétexte de notre élément galate et cimbre, si le pangermanisme lui-même ne commettait cette énorme contradiction de réunir à des Germains les populations de l'Allemagne méridionale, qui sont fortement celtes, et les Prussiens qui sont slaves. A vrai dire, les Russes, qui arguent du *panslavisme*, sont pénétrés d'Allemands, d'Esthoniens, de Lapons, de Tartares, de Circassiens. Le fait est que ces termes sont de simples fictions politiques et que l'ethnologie de toute l'Europe est aujourd'hui une résultante d'éléments multiples et divers, dans laquelle on ne peut plus guère apercevoir que des nuances plus ou moins accusées selon les lieux.

Aptitudes des races. — Le fonds commun de l'humanité, en hygiène et en pathologie, est très vaste, et il nous a toujours paru que la géographie médicale avait beaucoup d'artificiel.

Cependant, en dehors des habitudes d'hygiène qui sont imposées par le climat, la productivité du sol, l'éducation nationale, la recherche du bien-être, les modes d'assainissement de la maison et des villes, la préparation des aliments, le genre d'exercices, revêtent certainement des caractères où se reflètent les dispositions ethniques des groupes. La viande saignante chez les Anglais; le pain de seigle, les purées de légumes à la graisse, si bien accueillis des Allemands, le pain blanc et les créations culinaires des Français, semblent bien correspondre à des tendances de race. On trouverait des traits pareils dans la construction des habitations et les travaux d'assainissement.

En pathologie, les familles humaines se rapprochent davantage encore. Les grands fléaux qui les mettent en coupe réglée, la *tuberculose*, la *fièvre typhoïde*, le *choléra*, la *peste*, l'*impaludisme*, la *variole*, etc., ont prise sur tous les rameaux de l'espèce, sauf des nuances de réceptivité plus ou moins nettes, qui dépendent peut-être de circonstances accessoires : *Homo sum, et nihil humani a me alienum puto*.

Quelques types morbides passent pour être spéciaux, néanmoins, à certaines races :

La *fièvre jaune* épargne à peu près les *nègres* et frappe les divers peuples avec une énergie en raison directe de l'éloignement de leur pays par rapport à l'équateur (A. Hirsch). L'*impaludisme* est moins sévère aux premiers qu'aux Européens. En revanche, la *phthisie* les extermine comme les Polynésiens, partout où ils sont au contact des blancs. L'*aïnhum* et la *maladie du sommeil* semblent leur être propres.

Le *béribéri* est essentiellement une maladie malaise (A. Bordier), et c'est l'élément malais qui lui vaut sa fréquence au Japon, où il s'appelle *kakké*. Ce sont les coolies indiens qui l'ont transporté au Brésil.

Le *pied de Madura* n'atteint que les Hindous. Le *tétanos* spontané est plus fréquent en Amérique et dans l'Afrique tropicale qu'en Europe. L'*ulcère de Bassac* serait spécial aux *Annamites*.

Les *Juifs*, au moyen âge, ont passé pour être indemnes de la *peste*. Aussi risquaient-ils d'être brûlés.

La *plique polonaise* n'est pas une maladie; c'est de la malpropreté.

Les *Celtes* sont plus sujets au *cancer;* les *Kymris* à la *carie des dents*. Nous allons reconnaître quelques autres traits distinctifs, empruntés aux dispositions morbides de l'un et de l'autre rameau.

Aptitudes ethniques des Français. — 1° *Aptitude au service militaire.* — Depuis 1830, la proportion des exemptions pour *défaut de taille* diminue en France; non à cause de l'abaissement du minimum (aujourd'hui 1^{m},54) et non point que l'ensemble du peuple grandisse; mais parce que la stature s'uniformise. Les grandes tailles et les tailles exiguës diminuent simultanément.

Les grandes tailles, en France, sont dans l'Est et le Nord (Burgundions, Kymris, Normands), en y ajoutant les départements des Deux-Sèvres et de la Charente-Inférieure (Sarmates?). Les départements du Midi tiennent le milieu, dans les exemptions pour défaut de taille (Ibères, Aquitains, Ligures), à l'exception du département de l'Hérault (Volces?), qui rentre dans la catégorie des grandes tailles. Les exemptions les plus nombreuses pour insuffisance de taille sont dans les départements du massif central et de l'Armorique (Celtes); encore sont-elles moins communes sur le littoral breton (Saxons, Angles, Danois, Galates-Kimmériens) que dans l'intérieur de la presqu'île (Guibert, de Saint-Brieuc).

Une circonstance importante atténue la portée de ces inégalités de stature, à savoir, la différence de l'âge auquel chaque race atteint au développement complet de l'individu. Selon Champouillon, l'évolution de la taille serait achevée à vingt-trois ans chez les Celto-Ligures, à vingt-cinq ans chez les Kymris, et retarderait jusqu'à vingt-huit ans chez les Celtiques. Les jeunes gens de notre Midi, à vingt et un ans, seraient donc plus près que les autres, que les Celtes surtout, du moment auquel ils doivent posséder toute la hauteur de leur taille. Il faut dire que Quételet assure que les Belges (Germains comme nos populations kymriques) prolongent leur croissance jusqu'à la trentième année, et que Gould porte au delà de trente ans le terme de la croissance des Irlandais aux États-Unis.

Remarquons que les petites tailles ne sont pas moins propres au service que les grandes; c'est plutôt le contraire, et nous avons démontré que le *rapport thoracique* élevé est normal aux premières, comme le rapport thoracique faible est normal aux secondes. Puisque les Français grandissent encore après vingt-et-un ans, on a bien fait d'ouvrir le cadre des *ajournements* aux appelés qui n'ont pas la taille au moment du tirage au sort. Sur environ 40,000 hommes qui sont ajournés chaque année, et dont les trois quarts sont rendus à l'armée dans les deux années qui suivent, près de 20 p. 100 étaient ajournés pour insuffisance de taille.

Les *exemptions pour infirmités* atteignaient, autrefois, au tiers des examinés. Aujourd'hui, la proportion est bien moindre. Peut-être la force physique du peuple s'est-elle élevée, comme le bien-être général; mais il est certain aussi que les conseils de révision sont animés, sous la loi nouvelle, du désir d'étendre le plus possible la répartition du lourd tribut militaire que les temps actuels imposent aux nations.

Recrutement en France (1885-1887).

ANNÉES.	ADMIS AU TIRAGE.	EXEMPTÉS.	SERVICES AUXIL.	AJOURNÉS.
1885	313.951	37.842	16.090	39.105
1886	306.854	39.760	16.531	39.726
1887	316.090	36.401	18.543	43.115
Totaux	936.895	114.003	51.164	121.946
Moyennes	312.298	38.001	17.054	40.648

Il est intéressant de connaître la nature des infirmités prédominantes et leur distribution suivant les souches ethniques. Le tableau ci-après, emprunté à Boudin, Sistach, Magitot, Broca, Lagneau, donne une idée de ces deux conditions.

Exemptions pour infirmités en France (sur 100,000 examinés).

CAUSES D'EXEMPTION.	DÉPARTEMENTS ARMORICO-BRETONS.	DÉPARTEMENTS CELTIQUES du centre.	DÉPARTEMENTS LIGURES OU AQUITAINS-LIGURES	DÉPARTEMENTS NORMANDS OU BELGES-NORMANDS.
Infirmités générales	21.630	»	»	32.780
Myopie	151	169	517	391
Mauvaise denture	124	177	602	1.810
Hernies	868	1.300	»	2.501
Varicocèles	453	523	»	1.783
Varices	1.224	1.370	»	3.007

2° *Aptitudes pathologiques des Français.* — Elles sont aussi étendues que variées et ne nous distinguent pas suffisamment des peuples voisins. Nous n'avons pas plus de *tuberculose* que les Anglais et surtout que les Allemands. Mais nous conservons, sous le rapport de la *fièvre typhoïde*, une supériorité fâcheuse, qui ne tient probablement à rien d'ethnique, mais

dépend d'une certaine lenteur dans les réalisations d'hygiène urbaine. Heureusement, sans être réfractaires au *typhus exanthématique*, comme Chauffard tendait à le croire, nous ne l'entretenons pas comme les Irlandais, les Silésiens, les Polonais, les Arabes.

La *lèpre*, autrefois très répandue, a presque disparu du sol français; les points où elle est restée le plus longtemps sont Belle-Isle-en-Mer (Rochard, Cabrol), les Alpes-Maritimes et les Bouches-du-Rhône (Fodéré). Dans ces derniers parages, elle a pu se rattacher à l'arrivée des Lombards (du Danemark) ou plutôt aux visites des Sarrasins.

On a beaucoup discuté sur l'immunité des Français à l'égard de la *suette* dite *anglaise*, à propos de l'observation de cette maladie par Jean Kaye (*Caius Britannicus*), à Calais, en 1518, où elle n'aurait atteint que des Anglais. Depuis lors, elle se montra à Leipzig (1652), puis en Picardie (1718). De sorte qu'il est à présumer que *suette anglaise*, *suette miliaire*, *suette picarde*, ne sont qu'une seule maladie (Grisolle, J. Guérin, A. Hirsch, Monneret et Fleury). Un moment, on a pu croire que la suette, plus fréquente dans notre zone Nord, de la Normandie à la Franche-Comté, affectionnait l'élément ethnique blond, de haute taille, dolichocéphale (A. Bordier). Mais voilà qu'en 1887, à l'occasion de l'épidémie de la Vienne, Thoinot et Hontang démontrent que, depuis 1821, la suette a frappé, en France, 55 départements. C'est à peine si l'on reconnaît la prédominance celtique dans ceux qui sont restés indemnes.

L'*ergotisme*, qui est surtout convulsif en Allemagne (Léon Colin), est plutôt gangréneux en France.

La *scarlatine*, maladie redoutable en Angleterre, ne nous épargne pas, mais nous est beaucoup moins cruelle.

Le *choléra* ne s'acclimate pas en France. En eux-mêmes, les Français n'ont le privilège d'aucune immunité vis-à-vis du fléau asiatique.

La *fièvre jaune* visite nos ports, mais ne s'implante pas dans l'intérieur du pays, comme elle l'a fait quelquefois en Espagne. Pour ces deux fléaux épidémiques, la climatologie, la nature du sol, l'hygiène, sont de plus sûres protections que notre ethnologie.

Les provinces de Lorraine et Barrois ont perdu la fâcheuse renommée qu'elles avaient jadis sous le rapport de la fréquence des *calculs urinaires*.

3° *Résistance au traumatisme*. — Lorsque l'on eut à comparer les résultats de la chirurgie étrangère avec ceux de la nôtre, Velpeau, Chauffard, Legouest, émirent l'opinion que les races du Nord, en particulier la race anglo-saxonne, sont naturellement plus indifférentes aux grands traumatismes que les races françaises. Proust répéta la même formule, et G. Lagneau supposa aussi que les succès de Kœberlé en ovariotomie tenaient à ce qu'il opérait sur *la chair alsacienne*. Nous savons aujourd'hui que c'est beaucoup moins une question de résistance du patient qu'une question de *milieu*, d'*opérateur* et de *méthode*. Tous les hommes, ou peu s'en faut, sont égaux devant l'*antisepsie* et l'*asepsie*.

4° *Aptitudes générales*. — Les Français sont sobres, plus au Midi qu'au Nord; moins que les Espagnols, beaucoup plus que les Anglais et que les

Allemands. Les Aquitains-Ligures se contentent aisément d'une nourriture presque entièrement végétale et usent peu de l'alcool, quoique leur région soit couverte de vignes. Les races kymriques mangent davantage, mais inclinent vers les abus d'alcool, de même que les peuples du Nord. Les Bretons d'Armorique, mais aussi les Germains de l'extrême littoral, ainsi que les Normands, versent dans l'alcoolisme, bien que la race celte soit, en somme, peu exigeante au point de vue de la nourriture.

Les Français sont aptes à la culture des champs; les familles galates et normandes plus que les Celtes et surtout que les Ibères. On sait que les Maures d'Espagne dépassaient beaucoup, sous ce rapport, la population indigène.

La France aime les arts et la littérature. Elle a, dit-on, le *sens de la forme,* tandis que l'Allemagne se pique d'avoir « *la pensée profonde* ». Les citadins excellent dans l'industrie; les ruraux sont notoirement routiniers. Mais, de part et d'autre, on a un violent besoin d'individualité et de propriété. C'est la France qui a proclamé les « *Droits de l'homme* ». Cette tendance, unie aux habitudes de sobriété et de travail, explique que la France soit *le pays de l'épargne* et qu'elle incline à tenir la richesse sous la forme métallique, au lieu de la laisser passer dans le développement de l'agriculture et l'expansion démographique. Ce qui est probablement une faute et une grave imprudence; il est dangereux de n'avoir que des milliards à sa disposition, quand on vit au contact de tribus prolifiques et affamées.

5° *Aptitude à l'acclimatement au dehors.* — En soi, la nation française, y compris l'élément germanique, est parfaitement apte à coloniser au loin; le Canada et l'Algérie en sont des preuves. Vis-à-vis de l'acclimatement en pays chauds, les Français le cèdent aux Italiens et surtout aux Espagnols; mais ils paraissent l'emporter sur les Allemands et d'autant plus qu'ils sont de provenance plus méridionale (Voy. page 419).

6° *Puberté féminine.* — D'après les constatations de Reynaud et Puech, à Toulon; de Girard, à Marseille; de Puech, à Nîmes; de Courty, à Montpellier; de Petiteau, aux Sables-d'Olonne (Vendée); de Pétrequin et Bouchacourt, à Lyon; de Brierre de Boismont, Dubois, Pajot, de Soyre, etc., à Paris; de Leudet, à Rouen; de Stœber et Tourdes, à Strasbourg, G. Lagneau formule la loi suivante, relativement à la première menstruation des filles, dans notre pays, selon les races originelles :

Dans les départements méditerranéens (Ligures), la puberté féminine est précoce; elle se manifeste à l'âge moyen de quatorze ans un mois treize jours. Dans le Centre, l'Ouest et le Nord-Ouest (Celtes), elle se présente moyennement à quatorze ans onze mois treize jours. Enfin, elle retarde jusqu'à quinze ans huit mois vingt-huit jours chez certaines filles grandes, aux yeux bleus, et chez les Alsaciennes, c'est-à-dire chez les filles qui paraissent issues d'une origine germanique. Les observations faites en Angleterre (Guy, Lée, Murphy, à Londres; Robertson, à Manchester) et en Allemagne (Osiander, Louis Meyer, Raciborski) sont conformes à ces résultats.

3° Démographie et statistique.

La *démographie*, ainsi que le pensait Bertillon, est comme la *comptabilité* de l'hygiène. C'est elle qui montre la force ou la faiblesse de la collectivité, qui indique les limites de cette faiblesse ou de cette force et les points précis où se révèle une souffrance. C'est la sanction suprême de nos études et de nos efforts, puisque, d'un côté, elle établit exactement le bilan de nos richesses vitales, notre *avoir*, et que, de l'autre, elle relève nos pertes, c'est-à-dire les coups frappés par la mort, contre laquelle lutte l'hygiène.

Le terme de « *mouvement* » de la population est on ne peut plus juste, car la comptabilité sociale résulte : 1° des *entrées :* naissances, immigrations; 2° des *sorties :* décès, émigrations. Un facteur particulier intervient, dans les conditions sociales actuelles, réglant les allures du facteur *naissances*, d'une façon essentielle mais non absolue : c'est le *mariage*.

La démographie a donc deux aspects. Elle envisage, dans chaque nationalité, la population comme force numérique totale et surtout par *groupes d'âge*, parce que ces groupes fournissent inégalement les décès et, dans un autre cadre, le groupe de ceux qui peuvent fournir les naissances, les *mariables*. C'est la *population statique*. A un autre point de vue, elle étudie plus spécialement les facteurs du mouvement : *nuptialité*, *natalité*, *mortalité*. C'est la *démographie dynamique*. Il est clair, d'ailleurs, que la nuptialité, la natalité, la mortalité, pour être exprimées d'une façon vraie et significative, ne peuvent l'être que sous la forme d'un *rapport*. D'habitude, afin de rendre toutes choses comparables, on prend 1000 pour le dénominateur de ce rapport et 1 an pour l'unité de temps. Mais, même dans ces termes, le rapport n'est suffisamment expressif qu'autant qu'il tient compte de la distinction des groupes; ainsi, pour les mariages, on n'est convenablement renseigné qu'à l'aide du rapport qui indique : combien de mariages par an *pour* 1,000 *mariables;* à l'égard des décès, leur chiffre pour 1,000 de la population totale est trop peu explicite, il faut savoir combien il y a de décès par an pour 1,000 de chacune des grandes catégories d'âges; enfin le véritable rapport de la natalité est celui qui indique combien de naissances par an *pour* 1,000 *mariés* (Bertillon).

Démographie rétrospective de la France. — Au temps de Philippe le Bel, la France s'étendait sur 320,000 kilomètres carrés (les 2/3 du territoire actuel) et comptait 10 millions d'habitants, soit 31 habitants par kilomètre carré (vers 1328). En 1790 il y avait 25,500,000 habitants sur 530,000 kilomètre carrés; en 1872, 36,102,000 habitants sur 528,600 kilomètres; en 1886, 38,219,000 habitants.

Avant 1790, le mouvement de la population était plus vivace qu'aujourd'hui. Les mariages étaient plus nombreux :

Autrefois.			Aujourd'hui.		
8,77 mariages pour 1000.			7,5 mariages pour 1000.		
1	—	sur 114 personnes.	1	—	sur 130 personnes.

La natalité était de 40 p. 1,000; aujourd'hui, elle est de 23,5. Il y avait 4,83 nais-

sances par mariage et, en Prusse, à la même époque, 4,24 seulement; aujourd'hui, il n'y a plus en France que 3 naissances par couple. La mortalité était de 30 à 35 pour 1,000 (aujourd'hui 22,5); elle pesait surtout sur les âges de 0 à 15 ans. Le croît physiologique était de 6,02 ; il est tombé à 3,34 en 1879, puis à 2,89. L'émigration était active (Moheau). Néanmoins, cet actif mouvement avait peine à lutter contre les disettes fréquentes, les famines et les épidémies, dues à l'état politique et social d'alors. Dans l'ensemble, il n'y a rien à regretter (Bertillon) du passé. Mais, dans le présent, la comparaison de notre mouvement démographique avec celui des voisins donne bien à réfléchir. En effet, l'accroissement actuel de notre population ne nous appartient pas, mais est dû pour plus d'un tiers aux étrangers immigrés. La France en nourrit plus d'un million (un million d'ennemis !).

Population statique. — Elle comprend l'ensemble de la population. Pour en exprimer les éléments, les démographes répartissent cet ensemble de diverses manières : au point de vue du *sexe*, de l'*habitat* (urbain ou rural ; une localité est *ville* au-dessus de 2,000 hab.), de l'*âge* (par groupes), des *professions*, etc. Bertillon, dans le rapport des groupes d'âge, avait obtenu le tableau suivant :

Force numérique des trois grands groupes d'âge par 1,000 *habitants.*

Nationalité.	0 à 15 ans.	15 à 60 ans.	60 ans. et au delà.
France (1857-1870)	275	617	108
— Paris (1866)	188,3	837	74,7
Belgique	302	610	88
Bavière (1871)	311,7	593,5	94,8
Hollande	329	591	80
Suisse (1870)	314,8	595	90,2
Italie (1871)	323	595	82
Suède	333	597	80
Saxe	342	589	69
Espagne	348	590	62
Angleterre	354	573	73
Prusse (1867-1871)	353	577	70
Hongrie	371,5	580	48,5
États-Unis avant l'abolition de l'esclavage : blancs	377	579	44
— hommes de couleur libres	338	607	55
— esclaves	424	541	35

Il ressort de ce tableau que c'est la France qui a le plus de vieillards, mais malheureusement aussi le moins d'enfants. En 1876, cette situation n'avait fait que s'aggraver : de 0 à 15 ans, 272 p. 1000 ; de 15 à 60, 610; au delà de 60 ans, 118.

Il naît plus de garçons que de filles ; mais les premiers meurent davantage. Comme les travaux de l'industrie, la guerre, pèsent également sur le sexe masculin, il finit toujours par être le moins nombreux dans l'ensemble de la population. En France, pour 1,000 individus du sexe féminin, il n'y en a que 993 du sexe masculin.

Sous le rapport des professions, Bertillon donnait la répartition ci-dessous :

Agriculture	18,968,605	(530,5 p. 1000).
Industrie	9,274,537	(259,15 —).
Commerce et transports	3,837,223	(107,35 —).
Professions libérales et armée	1,531,405	(42,8 —).
Rentiers	2,151,888	(60,2 —).

La population *urbaine* est généralement inférieure à la population *rurale* ; cependant, le mouvement d'immigration de la campagne dans les villes est si accentué que, dans la plupart des pays, les deux chiffres se rapprochent et que, parfois, les citadins l'emportent.

Population comparée des villes et des campagnes.

Contrées.	Villes.	Campagnes.
Angleterre et Galles	530	470
Belgique	451	549
Hollande	396	604
Allemagne	390	610
Suisse	230	770
Italie	313	687
Grèce	188	812
Autriche Cisleithane	172	828
— Transleithane	138	862
Espagne	162	838
France (1885)	348	652

Nuptialité. — La nuptialité française est encore assez élevée, surtout si l'on considère que le groupe d'âge au-dessous de 15 ans, qui fournira bientôt les *mariables* les plus ordinaires, est plus faible en France que chez les voisins :

	Mariages pour 1,000 de tout âge.	Mariages pour 1,000 mariables.
France	8	48,5
Angleterre	8,46	56,9
Belgique	7,37	37,7
Prusse	8,11	53,3
Autriche	8,35	53,5
Italie	7,63	50,0
Espagne	7,76	54,2

On regarde comme mariables les hommes au-dessus de 18 ans et les femmes de 15 à 45 ans. Le mariage désirable est entre 20 et 50 ans pour les premiers, et entre 15 et 40 ans pour les secondes. Nous avons :

Hommes au-dessus de 18 ans	garçons	325 pour 1000
	veufs	75 —
		400
Femmes au-dessus de 15 ans	filles	326 pour 1000
	veuves	132 —
		458

Au point de vue du mariage *désirable*, 220 hommes et 281 femmes.

L'*âge moyen* des célibataires qui se marient est, en France : garçons, 28 ans 1/2 ; filles, 25 ; Paris, 30 et 26 ; Angleterre, 25 1/2 et 24 ; Belgique, 30 et 27 ; Hollande, 29 et 24 ; Suède, 20 et 27 1/2 (Jacques Bertillon). D'où l'on peut conclure que le service militaire, dans les conditions actuelles, n'a pas sur les mariages une influence aussi fâcheuse que l'ont soutenu Chauffard, Broca, G. Lagneau, bien que la restriction soit incontestable. Le célibat religieux (plus de 200,000 célibataires de ce titre en France), que l'on a moins accusé en public, est assurément une condition plus radicale d'atténuation de la matrimonialité.

Oscillations de la nuptialité. — Si l'on étudie la nuptialité par longues périodes (Quételet) ou seulement par périodes décennales (Bertillon), on s'aperçoit qu'elle varie peu dans un même pays ; mais les oscillations d'une année à l'autre peuvent

être considérables. En 1813, il y eut 13,28 mariages pour 1,000 habitants (en vue d'échapper aux réquisitions impériales): la nuptialité baisse dans les années de guerre et remonte énergiquement aussitôt après.

Les riches se marient davantage en temps de cherté; les pauvres, moins. Cependant, Hermann (Bavière) a constaté que l'abaissement du chiffre des mariages coïncide aussi avec l'avilissement du prix des céréales. En Bavière, depuis 1861, la nuptialité a beaucoup augmenté par suite de l'abolition du « *banus* », qui interdisait le mariage aux gens sans avoir. En France, où il n'y a pas de banus, les départements qui ont le plus de propriétaires se marient moins (25,3 mariés de chaque sexe pour 1,000 mariables) que les moins propriétaires (25,87 mariés).

Nos départements *montagneux*, *bretons*, *normands*, *picards*, *flamands*, *alsaciens*, ont une faible proportion nuptiale; ceux du centre l'ont plus élevée. En général, les départements frontières ont un chiffre considérable de *mariables*, par l'affluence des étrangers qui viennent chercher du travail et, toutefois, ne se marient pas dans le pays. Les départements pyrénéens, les Savoies, n'ont que 17 à 18 mariés de chaque sexe pour 1,000 mariables; la Haute-Vienne, l'Allier, la Nièvre, Seine-et-Oise, en ont de 32 à 34.

Dans les départements à faible matrimonialité, il y a excès de mariables et surtout de femmes; 134 à 137 femmes célibataires contre 100 hommes dans le même cas.

Influence sanitaire du mariage. — 1° *Sur la mortalité.* — Le mariage au-dessous de 20 ans comporte une haute mortalité pour les deux sexes; au-dessus, il coïncide avec une mortalité beaucoup plus faible que celle des célibataires et surtout que celle des veufs; la règle supporte une exception pour les femmes mariées de 15 à 20 ans (dangers des premières couches), qui meurent plus que les filles (10 contre 8), et pour les femmes de 45 à 50 ans, âge auquel les filles meurent plus que les veuves.

Décès annuels sur 1,000 *vivants de chaque âge* (hommes).

Ages.	Garçons.	Époux.	Veufs.
De 15 à 25 ans.	7	51	Plus de 100
20 25 —	13	9	50
25 30 —	10	6	22
30 35 —	11	7	19
35 40 —	13	7	17
40 45 —	17	9	19
45 50 —	20	11	22
50 55 —	26	17	27
55 60 —	32	31	34

La vie régulière, quoique plus pénible, du mariage diminue les chances de mort dans les deux sexes; cependant, il ne faut pas oublier qu'un certain nombre de célibataires ont été écartés du mariage précisément par des infirmités ou des maladies qui, dans tous les cas, devaient abréger leur existence. La haute mortalité des veufs jeunes et des veufs hommes au-dessus de 45 ans s'explique par le trouble profond survenu dans leur mode de vivre.

2° *Sur la criminalité.* — La criminalité des célibataires étant 100, celle des mariés est :

Attentats contre les personnes	49,25
— — la propriété	45,50

3° *Sur l'aliénation mentale.* — La folie est deux fois plus fréquente chez les célibataires que chez les mariés.

4° *Sur le suicide.* — Quand les mariés comptent 100 suicides, les célibataires en offrent 111,4; les veufs, 256. Sur 1,000 époux qui se suicident, 650 ont des enfants.

Il est remarquable que les veufs, surtout les veufs hommes, se marient dans une proportion trois ou quatre fois plus forte que les simples célibataires. Il en est à peu près de même des *divorcés* (dans les pays où le divorce se pratique). La nuptialité des *veuves*, en France, est assez faible : la loi la contrarie le plus possible.

Natalité. — On peut rapporter les naissances à la population totale (*natalité générale*), ou à la population mariable (*natalité spéciale*), ce qui est évidemment plus exact. Il faut encore distinguer les naissances *vivantes* des *mort-nés*, vrais ou faux (il est souvent déclaré à l'état civil, comme mort-nés, des enfants qui ont respiré et vécu plus ou moins après l'accouchement).

Natalité générale (mort-nés non compris). — Sur 1,000 habitants de tout âge et de tout sexe, il y a moyennement :

France	24 naissances.	Espagne	38,3 naissances.
Angleterre	35 —	Irlande	27 —
Bavière	40 —	Italie	37 —
Belgique	31,6 —	Prusse	30,5 —
Écosse	35 —	Suède	32 —
Russie	50,7 —	Suisse	30 —

Natalité spéciale. — Pour 1,000 femmes de 15 à 50 ans, on compte les nombres suivants de naissances vivantes :

France	102 naissances.	Espagne	141 naissances.
Angleterre	136 —	Pays-Bas	137 —
Bavière	156 —	Irlande	114 —
Belgique	127 —	Prusse	150 —

Dans son ensemble, la natalité française est d'environ 3 par mariage. Elle a suivi une marche décroissante depuis 1800; dans la période 1800-1810, elle était de 33 naissances pour 1,000 vivants. La natalité générale a baissé de 100 à 79; la natalité spéciale, de 100 à 71 (Bertillon).

Population et accroissement de diverses nationalités (d'après A. N. Kiaer).

ANNÉE 1886. — MILLIERS.					
NATIONALITÉS.	POPULATION au 1er JANVIER.	ACCROISSEMENT.	EXCÉDENT des NAISSANCES.	EXCÉDENT DES MIGRATIONS constatées.	EXCÉDENT AUTRE, CALCULÉ.
Angleterre, Écosse et Irlande	36,276,5	351,4	448,2	— 96,8	»
France	38,168,2	121,6	87,7	»	33,9
Belgique	5,772,4	43,7	50,9	2,8	—10,0
Pays-Bas	4,316,3	54,3	57,1	— 1,4	— 1,4
Danemark	2,086,1	26,0	30,5	— 4,3	— 0,2
Norvége	1,946,8	15,9	29,0	— 13,1	»
Suède	4,675,8	35,0	54,5	— 17,7	— 1,8
Russie d'Europe (1884)	88,282,8	1165,2 (?)	1116,7 (?)	69,5 (?)	—21,0
Autriche	23,014,6	166,0	171,2	6,0 (?)	0,8
Hongrie	16,367,4	180,0	214,5	— 12,3	—22,2
Allemagne	46,901,5	398,5	530,2	—106,4	—25,3
Suisse	2,912,4	13,4	18,8	— 7,6	2,2
Italie	29,397,2	253,4	338,8	— 77,0	— 8,4

Il résulte de ce tableau que l'*accroissement* annuel de notre population est actuellement de 3,45 p. 1000; mais si nous ne le devions qu'à nos naissances, il serait seulement de 2,32. Nous recevons plus d'un quart de notre augment par l'immigration. Quelle différence avec l'Allemagne qui, rien que par ses naissances, augmente de 8,5 pour 1,000 et trouve encore moyen d'envoyer chez ses voisins ou au delà des mers 131,700 personnes par an, de quoi porter à plus de 11 p. 1,000 son *croît* annuel!

Influences qui règlent la natalité. — La *mortalité* et l'*émigration* sollicitent la natalité, en laissant du travail et du pain disponibles. « *Dans un pays salubre*, dit Bertillon, *pour un même groupe ethnique et pour un même état mental la population et par suite sa multiplication ou sa* NATALITÉ *tend à se proportionner à la quantité de travail productif et disponible, pour le type humain étudié et pour un même degré de culture.* » Ou encore : « Là où naît un pain naît un homme ». Seulement, nous verrons que le « pain », sous le rapport de la quantité ou de la qualité, n'est pas entendu partout de la même manière.

L'appel à la natalité *par l'émigration* est très énergique en Angleterre et en Allemagne, presque nul en France. L'appel *par la mortalité* est aussi moins intense chez nous qu'à l'étranger. On le voit néanmoins se révéler après les grandes épidémies, les guerres meurtrières.

Les peuples agriculteurs ont plus de naissances que les peuples pasteurs ou chasseurs, à qui il faut beaucoup d'espace.

L'*immigration* ralentit la natalité, par la même raison que l'émigration l'excite, mais appliquée en sens inverse. L'immigration des ruraux dans les villes dispense les citadins de réparer eux-mêmes leurs pertes.

Certains *climats* sont une cause de dépopulation (Martinique, Islande). D'autres fois, c'est l'état politique (Irlande).

La faible natalité française est d'autant plus frappante qu'elle ne dépend évidemment pas de la faiblesse de la nuptialité. Il y a même des départements, comme le Gers, où la natalité continue à décroître en même temps que la proportion des mariages s'élève. Elle est un peu au-dessus de la moyenne dans le Nord (135 naissances), en Bretagne (110 à 115), en Alsace (126); mais fort au-dessous en Normandie (75 à 90) et dans le bassin de la Garonne (73 à 80).

Natalité comparée à la nuptialité.

	Enfants par mariage.
Lozère	4,3
Nord	4,26
Hautes-Alpes	4,2
Gard	4,0
Pas-de-Calais, Morbihan, Finistère, Bouches-du-Rhône	3,90
Orne, Gironde, Eure, Sarthe, Charente	2,5
Lot-et-Garonne	2,23

Il y avait, en 1883 (Lagneau), 30 départements où les naissances ne couvraient pas les décès. Malgré l'axiome cité plus haut, ce sont en général les plus riches et surtout ceux qui comptent le plus de propriétaires. Les Normands, prodigieusement féconds au Canada, ont donc

quelque raison de ne plus l'être dans l'Orne, l'Eure, le Calvados. Cette raison n'est pas la perte d'un attribut ethnique.

Il y a une résistance instinctive, de la part de celui qui possède, contre la loi qui partage les biens du père entre tous ses enfants; pour éviter la « division de la propriété », on n'a qu'un héritier. Ce seraient des Malthusiens sans le savoir, si c'était là ce que Malthus a voulu dire. Nous ne croyons guère à la diminution de fécondité des femmes françaises de certaines zones, dénoncée par Hardy, quoique le savant professeur ait raison de constater l'excessif *affinement* de la nation. La contrainte morale (*moral restreint*), la limitation volontaire (Layet, Lagneau, Javal, Rochard) des conceptions et des naissances est, malheureusement, passée dans les habitudes de notre pays. C'est grave à tous égards.

L'Allemagne, dit Jacques Bertillon, qui a chaque année 500,000 enfants de plus à élever, en amène environ 343,000 à l'âge de vingt ans, en dépensant 4,000 francs pour chacun d'eux, soit : 1 milliard 376 millions. Nous économisons assurément ce milliard et demi; mais l'Allemagne a les soldats. Il importe de se « demander s'il vaut mieux avoir des soldats pour combattre l'ennemi et pour le vaincre, ou des écus pour le payer. »

Natalité illégitime. — Elle est dans les conditions suivantes, dans divers pays de l'Europe :

Enfants naturels pour 1,000 *naissances.*

France	78	Bavière	150 à 222
— population rurale	44,5	Prusse	77,5
— Seine	268	Saxe	152
Belgique	75,5	Suède	92

D'une autre façon, *pour* 1,000 *filles et veuves de* 15 *à* 50 *ans, il y a, par an, naissances illégitimes :* Irlande, 6; Hollande, 10; Suisse, 11; Belgique, 16; France, 17; Angleterre, 17; Norvège, 19; Italie, 20; Suède, 22; Prusse, 23; Danemark, 29; Bavière, 42. C'est de 25 à 35 ans que les filles fournissent le plus d'enfants naturels (environ 43 p. 1,000 filles ou veuves, en France). La plus forte natalité illégitime est au nord d'une ligne qui, partant de l'embouchure de la Seine et de Rouen, passerait par la Champagne pour aller aboutir en Franche-Comté. Le département industriel du Nord en a une forte part. Il est vrai qu'ici, assez fréquemment, il s'agit de deux amants qui se sont *essayés*, et que le mariage suit la première naissance (Lafabrègue).

Il convient de remarquer que *partout* le nombre des mort-nés illégitimes est supérieur à celui des mort-nés légitimes. En France, il est double. Il n'y a qu'une façon d'expliquer ce fait étrange : c'est que cette prétendue morti-natalité dissimule fréquemment l'infanticide.

Remèdes à la faible natalité en France. — La crainte du partage égal des biens entre les enfants paraît être la principale raison qui stérilise les pères. Il se trouve, d'ailleurs, parfois que ces biens sont une usine — impartageable et qu'il faut vendre à perte, à la mort du père, s'il y a plusieurs enfants. Or, le rétablissement du *droit d'aînesse* est impossible; le *droit de tester* est

fort dangereux ; peut-être, cependant, pourrait-il être réintroduit à la condition de ne s'exercer que dans la descendance directe. Un remède plus facile, et que conseille Jacques Bertillon, consisterait à changer l'état de choses actuel, en vertu duquel les impôts les plus lourds, *les impôts de consommation*, pèsent précisément davantage sur ceux qui acceptent d'élever des défenseurs à la patrie. Tous les agréments sont pour les célibataires et les ménages sans enfants ; toutes les charges pour les pères de familles nombreuses. La loi de 1872 exempte des 28 jours le réserviste qui a quatre enfants. On n'a qu'à élever la prime, soit dans ce sens, soit dans celui qui vient d'être indiqué.

L'instruction et la moralisation (qui se ressemblent infiniment) pourront peut-être couper court aux étranges applications actuelles de la doctrine de Malthus. Lunier et J. Rochard ont fait ressortir très justement les maladies graves du système nerveux et de l'appareil génital, chez la femme particulièrement, qui résultent de ces tricheries dans les actes physiologiques. Il est bon qu'on les fasse connaître. Par ailleurs, le peuple français est encore plutôt trop bien élevé qu'immoral et incroyant. Si la dévotion devait le sauver, les trois quarts, au moins, de notre population compenseraient l'erreur de l'autre quart. Nous pensons que le besoin de posséder et de paraître a été surexcité, en France, beaucoup par la faveur dont on a entouré les entreprises industrielles ; et que l'éducation de la femme, plus que nulle, fausse, entre les mains des religieuses de tout étage, n'a pas encore retrouvé son équilibre sous la direction laïque. Il y a là une pente à remonter.

Mortalité. — Il est de toute importance de distinguer la mortalité *générale*, c'est-à-dire rapportée à toute la population, et la mortalité *spéciale* ou par groupes d'âges.

Décès annuels pour 1,000 *vivants de chaque groupe.*

NATIONS.	0 à 1 an.	1 à 5 ans.	5 à 15 ans.	15 à 30 ans.	30 à 60 ans.	60 à ω.	MORTALITÉ générale.
Norvège	144	29,13	7,15	6,5	11	58,9	18,4
Suède (1861-70)	153	31,1	6,9	5,85	12,58	70	20,46
Danemark	156	23,4	7,4	6.76	13	71,4	21,6
France (1856-65)	156	34,65	7,23	8,62	12,9	68,2	22.8
Angleterre (1857-66)	170	36,7	6,7	8,22	15,68	67,9	22.8
Belgique (1851-60)	186	36,1	7,7	8,5	13,42	79,1	23,3
Pays-Bas	211	36,4	8,01	8	15.4	70,1	25
Prusse	220	46	7,2	7	15,4	72,7	25.8
Bavière	372	39,82	7,37	8,8	17,28	81,5	29.5
Espagne	226	67,8	8,2	8,2	17	95	29,6
Italie	254	53,7	8,2	8,10	17.35	88,2	30,1
Autriche	303	40,58	7,33	8,14	17,06	84	32.4
Russie	311	54,65	9,66	8,63	19,4	78,1	36,8

Il y a, en France, 9,276,720 personnes de 15 à 30 ans ; si elles ne mouraient pas plus qu'en Prusse, ce serait une économie annuelle de 15,121 existences, la natalité d'un département d'Alsace. Malheureusement, pour une cause encore mal connue, la mortalité de 20 à 25 ans, en France, est particulièrement élevée ; la

léthalité militaire actuelle pèse probablement pour une part dans cette fâcheuse circonstance.

Mortalité de 0 *à* 1 *an*. — Elle n'est pas plus forte en France que dans les pays voisins; elle l'est même moins. Mais elle nous est plus grave, parce que nous n'avons pas les moyens de perdre beaucoup d'enfants. En outre, elle va en s'aggravant. En 1840-59, 172 décès de 0 à 1 an p. 1,000 *naissances* (et non pas *enfants*); 1860-69, 175; 1870-75, 178. Les chiffres les plus lourds sont dans le rayon des grandes villes, Paris, Lyon, Marseille, à cause de l'industrie des nourrices; et dans les départements qui bordent la Méditerranée, pour une cause qui va être indiquée.

Décès de 0 *à* 1 *an sur* 1,000 *naissances :* Creuse, 118; Deux-Sèvres, 139; Cher, 153; Basses-Pyrénées, 138; Ariège, 131; Hérault, 172; Gard, 220; Basses-Alpes, 228.

Mortalité de 1 *à* 5 *ans*. — La moyenne de la France est de 34,6 décès de 1 à 5 ans sur 1,000 vivants de cet âge. — *Est :* Haute-Marne, 19; Côte-d'Or, 25. — *Ouest :* Calvados, 22; Gironde, 25. — *Région périméditerranéenne :* Alpes-Maritimes, 50; Basses-Alpes, 56; Pyrénées-Orientales, 77. Ce remarquable et fâcheux privilège des bords méditerranéens n'est pas encore bien expliqué; mais il est vraisemblable que les bouffées du vent saharien, qui a passé par-dessus la Méditerranée, ont un grand rôle dans ce fléau; la chaleur est meurtrière aux petits enfants; sur quelques points (l'Hérault), il n'est pas irrationnel de suspecter les influences palustres. Bertillon calcule encore que la proportion dont ces départements méridionaux dépassent la moyenne nous coûte annuellement 15,000 enfants.

Mortalité au-dessus de 5 *ans*. — De 5 à 20 ans, la mortalité est extrêmement faible, en France et partout. C'est vers 15 ans qu'elle atteint son minimum (5 décès p. 1,000 vivants). Sauf la réflexion faite précédemment sur la forte mortalité de 20 à 25 ans, la mortalité n'est pas très élevée dans notre pays. La Champagne, la Bourgogne, le bassin de la Garonne, sont les points où les chiffres se trouvent les plus faibles; la Bretagne, le Centre, l'Alsace, le bassin du Rhône, l'Auvergne, la Corse, ont les plus forts. — *Décès de* 30 *à* 40 *ans p.* 1,000 : Aube, 7; *Gascogne*, 6; *Bretagne :* Finistère, 13; *Alsace*, Isère, 11; Var, 12; moyenne de la France, 9. — Les vieillards sont remarquables par leur solidité : on meurt 70 p. 1,000 au-dessus de 60 ans; moins en Provence, Champagne, Bourgogne; plus en Bretagne, Alsace, Franche-Comté, Dauphiné, Alpes. Le froid est aussi meurtrier aux vieillards que la chaleur est redoutable aux enfants.

Influences qui règlent la mortalité. — 1° *L'état civil* (enfants). — Les enfants *légitimes*, de 0 à 1 an, meurent moins que les *illégitimes;* les uns et les autres meurent plus à la campagne qu'à la ville, dans les premières semaines de la vie; mais l'infériorité des illégitimes est plus prononcée à la campagne et *s'accentue*.

Mortalité pour 1,000, *dans le premier mois de la vie.*

Villes	Légitimes	66	en voie de diminution.
	Illégitimes	163	
Campagnes	Légitimes	80	
	Illégitimes	232	

Après le premier mois, la mortalité des illégitimes décroît à la ville, où, avec plus de lumière, on pardonne à la fille-mère et on lui vient en aide; tandis qu'elle continue à la campagne, où l'on est intolérant et où l'on repousse la prétendue coupable.

La mortalité des enfants *trouvés* ou *assistés*, de 0 à 12 ans, a été de 100 p. 1,000 (Bertillon), dans la période 1845-1855, alors que la normale est de 33 à 35. Vacher prouve par les chiffres que la mortalité des enfants *assistés à l'hospice* ou, surtout, exposés et recueillis dans les tours, dépasse habituellement un tiers et arrive souvent à 60 p. 100 (Voy. *Tours*).

2° *Le climat.* — La France perd 205 enfants de 0 à 1 an pendant que la Suède n'en perd que 146. On pourrait en conclure que le milieu social prime le climat, si l'on ne savait que la chaleur est l'agent météorique le plus dangereux pour les enfants. Cependant, en analysant la situation, on reconnaît que le froid est plus meurtrier que la chaleur pendant une fraction de la première année, à savoir : le premier mois. A cette période, Lombard compte 390 décès pendant les 4 mois les plus froids et 290 pendant les 4 mois les plus chauds.

Pour l'ensemble de la France, si l'on prend 100 décès de 0 à 1 an comme moyenne annuelle, il y en a 68,5 en mai, — c'est le minimum, — 105,4 en juillet, 178 en août, — c'est le maximum, — 153 en septembre, 108 en octobre. A Paris, le maximum atteint 191, toujours en août. A Bordeaux (Marmisse), ce sont les mois les plus froids et les mois les plus chauds qui ont la plus haute mortalité infantile. A Lille, les mois les plus froids (janvier et décembre), pour le premier mois de la vie (Lober) ; de 1 mois à 1 an, ce sont encore les mois les plus chauds. A Rochefort (Maher), la mortalité maximum de la première semaine appartient à février, janvier, mars ; aux âges suivants, à septembre, octobre, août. Il y a peut-être ici un peu plus d'influence palustre que d'influence thermique. A Berlin (Virchow) et à Boston (Curtis), la plus haute mortalité infantile appartient aux mois d'été et monte d'autant plus que les mois sont plus chauds.

3° *L'alimentation, les soins et abris* (Voy. Hygiène de l'enfance, p. 1152).

4° *L'habitat rural ou urbain.* — La mortalité des villes est, en Suède, de 26,5 p. 1,000 ; celle des campagnes, 19,65. En Belgique : villes, 25,1 ; campagnes, 21,1. En France :

Villes..........	26,1 décès p. 1000		hommes....................	26,6
			femmes....................	25,5
Campagnes	21,5	—	hommes....................	21,7
			femmes....................	21,4

En Angleterre et pays de Galles, il y a 8,250,000 citadins contre 9,750,000 ruraux ; la mortalité des premiers est de 25 p. 1,000 ; celle des seconds, 17, suivant Stockton-Hough.

Partout la mortalité urbaine pèse plus sur les enfants et sur le sexe masculin.

Aux États-Unis, en 1870, les citadins étaient 5,075,000, le 1/7 de la population totale ; en 1874, ils formaient les 15 centièmes. Mais, à Philadelphie, la durée moyenne de la vie (1860-1871) n'est que de 24 ans ; elle est plus courte encore à New-York. Pourtant, dans l'ancienne Rome, suivant Domitius Ulpianus, au temps d'Alexandre Sévère, elle était de 30 ans (Stockton-Hough).

Mortalité pour 1,000 (W. Farr.).

	Sexe masculin.	Sexe féminin.
Angleterre et Galles	23,61	21,28
Londres	26,55	22,34
District de Manchester	35,38	30,46
District de Liverpool	40,97	36,46
Ensemble des grandes villes anglaises	29,48	25,91

A Paris, où il y a peu d'enfants et de vieillards, la mortalité est moindre que dans l'ensemble de nos villes, 25,4 p. 1,000.

5° *Les sexes.* — Ainsi qu'on le voit ci-dessus, la mortalité du sexe masculin est toujours supérieure à celle de l'autre. Elle l'est surtout de 20 à 25 ans, malgré les dangers de la parturition chez la femme.

6° *L'aisance.* — Rien n'est plus faux que le « *pallida mors* ÆQUO *pede...* ». Villermé opposait déjà le 2ᵉ arrondissement de Paris (Bourse), avec 13 à 16 décès, au 19ᵉ (Buttes-Chaumont), 25 à 31 décès. De même, il avait calculé qu'à Mulhouse la vie *probable* était : chez les patrons, 28 ans ; chez les ouvriers, 10 ans et moins encore. Casper (Berlin), Bertillon, J. Körösi, Fodor (Budapest), confirment ces résultats.

7° *La profession.* — En Angleterre, suivant Bertillon, et dans l'âge de 35 à 45 ans, sur 1,000 individus de chaque profession, il meurt :

Ministres ou magistrats	6
Ouvriers et hauts lords	9 à 12
Mineurs	13
Médecins	13 à 14
Marchands de spiritueux	19

Il y a quelques raisons de soupçonner que les excès, particulièrement alcooliques, contribuent à rapprocher, à cet âge, la mortalité des lords et celle des ouvriers. Dans l'enfance et la vieillesse, les premiers ont infiniment moins de pertes.

En France et dans presque tous les pays, la *profession militaire* crée des chances de mort (non compris la bataille). Chez nous, le chiffre obituaire de l'armée est de 7 à 8 p. 1,000, presque égal à celui de toute la population de 18 à 30 ans, malgré la sélection attentive dont les soldats ont été l'objet et malgré les réformes qui, en allégeant l'armée, rejettent dans la population des éléments d'aggravation funéraire.

8° *Les maladies causes de décès.* — En Europe, les principales causes de décès sont : la *phthisie* pulmonaire, les *inflammations des organes thoraciques*, la *diarrhée infantile*, le *croup* et la *diphthérie*, la *variole*, la *rougeole*, la *scarlatine*, la *fièvre typhoïde*. Il importe d'en tenir un compte spécial dans la statistique des décès. Bien que la plupart de ces maladies naissent des conditions habituelles de la vie en civilisation ou que, tout au moins, leur fréquence procède de ces conditions, ce sont aussi celles contre lesquelles l'hygiène moderne a le plus décidément organisé la lutte et où l'on juge le mieux de ses succès.

Comparaison de la mortalité et de la natalité.

NATIONS.	MORTALITÉ.	NATALITÉ.	EXCÈS DES NAISSANCES.
France (1856-1865)	23,03	26,4	3,37
Belgique (1861-68)	24,04	32,25	8,22
Angleterre (1864-73)	22,41	35,35	12,94
Italie (1869-74)	29,7	36,7	7
Autriche (1864-73)	31,1	39,85	8.75
Bavière (1861-68)	27,87	37,65	9,78
Danemark (1864-73)	20,24	30,68	10,45
Hollande (1864-73)	25,58	35,4	9,82
Russie (1861-65)	36,85	50,7	13,85
Saxe (1861-68)	29,05	40	10,95
Suède (1864-73)	19,30	30	10,70
Suisse (1867-74)	23,8	29.75	6
Prusse (1864-73)	27,76	35,4	7,65

Morbidité. — Dans le sens collectif, la morbidité prépare essentiellement l'élément démographique qui précède et, comme lui, doit entrer dans la comptabilité au chapitre des pertes. Heureusement, elles ne sont pas toujours définitives. D'ailleurs, le rapport entre la morbidité et la mortalité n'est pas nécessaire ni invariable.

Les tables de morbidité doivent faire ressortir les influences de l'âge, de la saison, du genre de travail, de l'aisance ou de la pauvreté, de l'habitation, des épidémies régnantes ou des endémies. Léon Colin, s'inspirant des travaux de Finlaison sur les ouvriers d'Angleterre, a introduit dans la statistique de la morbidité la considération très importante de la *durée* ou plutôt du nombre de jours de maladie par an par chaque membre d'une association ouvrière. Il résulte des observations faites dans ce sens : que le nombre moyen de jours de maladies par an, à partir de 20 ans, augmente avec l'âge (6 jours, de 20 à 25 ans ; 11 à 21 jours, vers les 60 ans). Pour les *professions faciles*, le nombre de jours de maladie est moindre lorsque le travail se fait *en plein air ;* pour les professions à travail pénible, c'est le contraire. Le nombre de jours de maladie *par individu malade* varie sensiblement dans le même sens.

Valeur économique de la vie humaine. — L'idée de présenter *en chiffres* la plupart des raisons que nous avons fait valoir jusqu'ici en faveur de l'hygiène est primitivement anglaise (naturellement). C'est Edwin Chadwick, puis Douglas-Galton, James Paget, qui ont calculé les premiers les millions que représentent, chaque année, le tribut payé à la mort et à la maladie par les groupes démographiques. Ces économistes biologiques ont été suivis, en France, par J. Rochard et par Armaingaud. De tels calculs sont discutables ; mais le sens en est juste et ils sont intéressants. La valeur moyenne d'un Français, selon J. Rochard, est de 1,097 francs ; mais un travailleur moyen vaut 6,000 francs. — Edw. Chadwick disait 200 livres. — Somme toute, à raison de 858,237 décès en 1880, la France a perdu 940,686,444 francs, près d'un milliard ; c'est la *dîme mortuaire.* En d'autres termes, les mesures d'assainissement qui feront baisser d'une

unité le chiffre actuel de notre léthalité, 22,5 p. 1,000, nous vaudront 40 millions par an. On pourrait bien en dépenser quelques-uns pour s'assurer un intérêt pareil. La *dîme de la maladie*, calculée d'une façon analogue, en additionnant les journées perdues, les frais de traitement, s'élèverait à 708,420,583 francs par an, pour notre pays, d'après J. Rochard, et même à 812 millions, selon Armaingaud. Que d'économies à faire, en réduisant la fièvre typhoïde, les maladies éruptives, la tuberculose!

Bibliographie. — LAGNEAU (Gust.). *Des maladies épidémiques dans le département de la Seine durant les années* 1879-1880 (Annales d'hyg., VI, p. 193, 1881). — POINCARÉ. *Recherches statistiques sur l'influence de la parturition sur la mortalité* (Ann. d'hyg., VI, p. 500, 1881). — CHERVIN. *Du rôle de la démographie dans les sciences médicales* (Annales d'hyg., VII, p. 190, 1882). — LAGNEAU (G.). *Du dépeuplement. De la décroissance de population dans certains départements de la France* (Bull. Acad. méd., p. 661, 1883). — DU MÊME. *De l'immigration en France* (Annal. d'hyg., XII, p. 21, 1884). — JAVAL. *Des causes de la diminution de la natalité en France* (Rev. d'hyg., VI, p. 963, 1884). — AUBERT. *Études statistiques et médicales sur le recrutement dans le département du Calvados* et LAGNEAU (G.). *Rapport sur ce sujet* (Acad. méd., 12 août 1884). — LAYET (A.). *Rapport sur la restriction volontaire apportée dans la procréation, au point de vue de ses conséquences sociales et individuelles* (Congrès internat. d'hygiène à la Haye, 1884). — BORDIER (A.). *La géographie médicale*. Paris, 1884). — LAGNEAU (G.). *Situation démographique de la France. Décroissance de la population dans certains départements* (Acad. méd., 20 janvier 1885). — KIAER (A. N.). *Étude sur le mouvement annuel de la population de l'Europe pendant les dernières années* (Congrès internat. d'hygiène à Vienne, 1887). — BERTILLON (Jacques). *Les naissances illégitimes en France et dans quelques pays de l'Europe* (Ibid.). — JURASCHEK (F. v.). *Einfluss der Berufsverhältnisse auf Erkrankung und Sterblichkeit* (VI[e] Congrès internat. d'hyg. à Vienne, 1887). — ARMAINGAUD. *Du gaspillage de la santé et de la vie humaine et des pertes qu'il fait subir à la richesse publique*. Bordeaux, 1887. — KÖRÖSI (Jos.). *Die Verhandlungen und Beschlüsse des internationalen statistischen Instituts in Betreff einer einheitlichen Aufarbeitung der Volkszählungen* (VI[e] Congrès internat. d'hyg. Vienne, 1887). — GRAD (Ch.). *Le mouvement de la population en Allemagne* (Acad. scienc., 14 mai 1888). — DEBIERRE (Ch.). *L'homme avant l'histoire*. Paris 1888. — ROCHARD (J.). *Traité d'hygiène sociale*. Paris, 1888.

ARTICLE II.

HYGIÈNE DE L'ENFANCE.

Nous comprenons dans le *groupe infantile*, conformément à des traditions, d'ailleurs rationnelles : 1° le nouveau-né et la *première enfance*, qui s'étend jusque vers l'époque (2 ans à 2 ans 1/2) à laquelle la première dentition est terminée ; 2° la *seconde enfance*, qui va de cette époque à la seconde dentition (7 ans) et nous mène naturellement au point où l'individu va appartenir au groupe scolaire. Comme la première situation est de beaucoup la plus délicate, c'est sur elle que s'est particulièrement concentrée la sollicitude des hygiénistes.

A. — Première enfance.

Le nouveau-né. — Le jeune être tient encore à sa mère, que déjà se pose une question — d'obstétrique, nous en convenons, mais aussi d'hygiène, puisque la solution va influer sur le plus ou moins de vigueur avec laquelle l'enfant débutera dans l'existence. C'est celle de savoir s'il convient de couper le cordon dès que l'enfant est au jour, ou s'il vaut mieux attendre.

Budin et Pinard ont démontré que c'est la seconde manière qui est la bonne; il ne faut lier ni couper le cordon que *quand la veine ombilicale est manifestement affaissée et vide.*

Puis, on fait la toilette du nouveau-né. On le frictionne légèrement d'un corps gras (huile, jaune d'œuf) et, dans un bain tiède de quelques minutes, on le débarrasse de la matière sébacée. Le petit corps est ensuite enveloppé de linges chauds et mous, qui absorbent l'eau restée sur la peau. Enfin, on lui passe son premier vêtement. Cela s'appelle toujours : *emmailloter* l'enfant; mais le *maillot* traditionnel s'est, heureusement, bien modifié. On ne le trouve plus que dans quelques villages arriérés, et encore pas chez les pauvres, à qui leurs moyens n'ont jamais guère permis le luxe des bandes dans lesquelles on enroulait exactement les nouveau-nés, bras et jambes, « pour assurer la rectitude de leur taille. » Aujourd'hui, le tronc de l'enfant est vêtu d'une petite chemise, d'une *brassière* ouverte en arrière et fixée par des cordons : le ventre et les extrémités inférieures sont enveloppés lâchement dans des « *couches* » de toile et de flanelle, assez longues pour pouvoir être relevées jusque sous les bras et fixées par leur bord libre autour du tronc, à l'aide d'une ou deux épingles anglaises (ces épingles ne sont pas dangereuses, une fois en place; mais des nourrices étourdies trouvent moyen de piquer l'enfant en les appliquant; des cordons seraient plus sûrs). Dans la méthode anglaise, on se sert d'une longue robe de laine qui a encore, en plus, l'avantage de ne pas faire de constriction autour de la poitrine. Le principe est, en effet, d'assurer la calorification sans entraver les mouvements respiratoires non plus que ceux des membres. Duce Sante a inventé un filet destiné à retenir sans constriction toutes les pièces d'enveloppement.

Le nouveau-né doit forcément, pour être allaité, passer quelques heures dans les bras et dans le lit de sa mère et respirer l'atmosphère odorante de l'accouchée; il est même difficile d'éloigner beaucoup le *berceau*. C'est une raison urgente de prodiguer l'air pur à la chambre, qui renferme deux êtres dans une situation physiologique critique. Le mieux est de placer le berceau dans une autre pièce, tant que l'écoulement lochial compromet l'atmosphère précédente.

Il ne faut pas, pour cela, installer le berceau dans un courant d'air, entre une porte et une fenêtre, à moins d'un paravent efficace. On a l'habitude de le tourner de façon que les yeux du nourrisson s'ouvrent sur le point par où vient la lumière. Le berceau ne doit pas être une boîte hermétique, mais plutôt un panier à claire-voie, à la rigueur ombragé d'une gaze légère. On le garnit d'une petite paillasse en balle d'avoine (Félix Brémond) ou de varech, facile à remplacer, et d'un matelas de crin plutôt que de laine. Le but à remplir est de ne pas placer sous le corps de l'enfant une substance apte à s'imbiber des déjections et difficile à en débarrasser. Il convient donc de repousser les feutres, qui accumulent la malpropreté et que l'on ne change pas assez souvent. L'oreiller de crin est de rigueur. Il ne faut, du reste, employer la laine et surtout la plume que comme recouvrement superficiel. Il n'est pas nécessaire de *bercer* les enfants;

cependant, il n'y a pas lieu non plus de s'insurger contre cette pratique, qui est surtout nuisible au repos de la mère.

Dans la plus grande partie de l'année de nos pays tempérés, il est nécessaire de constituer le vêtement et le lit de l'enfant de corps mauvais conducteurs et d'aider artificiellement à la calorification, en échauffant l'air dans lequel il respire. Le nouveau-né vient au monde avec une température de 37°,25 (H. Roger) et se refroidit d'abord à 36° ou même à 35°,5; le lendemain de la naissance, il a repris 37°. Mais en raison de son peu de volume il a proportionnellement une plus grande surface de déperdition de calorique que les adultes. Loir a rendu un réel service en obtenant, à Paris au moins, que la constatation des naissances pût avoir lieu à domicile et que l'on ne fût pas obligé de porter à la mairie, par tous les temps, l'enfant qui ne fait que naître.

Le tableau ci-dessous, de Stockton Hough, et dans lequel les températures ont été prises au creux axillaire, montre bien la tendance de l'enfant à se refroidir :

	Température moyenne.
5 enfants de 20 à 36 heures	37°,39
6 — de 3 à 10 jours	36°,97
7 — de 2 à 9 semaines	36°,73
9 — de 3 à 44 mois	36°,87

Aussi, le professeur Jacobi (New-York) maintient-il que, pendant les deux premières années, il faut que les bains des enfants soient entre 31 et 32 degrés, malgré l'opinion de J. Simon, qui accuse les bains chauds de macérer l'épiderme et d'être, chez les enfants, une cause d'eczéma. Même en été, on n'apportera, à cette pratique, d'autre modification que celle de faire suivre le bain chaud de lotions à l'eau froide et de frictions un peu rudes. Coudereau a remarqué que les premiers troubles digestifs des enfants sont dus au refroidissement. Selon Hauser (de Séville), pendant que les provinces de la zone maritime de l'Espagne, Pontavedras, Oviedo, Lugo, n'ont que 18 à 22 décès de 0 à 5 ans pour 100 naissances, celles du haut plateau de la Péninsule, Madrid, Guadalajara, Caceres et Valladolid ont de 52 à 54 décès.

Pour les mêmes raisons, les enfants à la mamelle et même les enfants plus âgés devront être vêtus de laine; le maintien de la chaleur de la poitrine, du ventre et des pieds est particulièrement urgent. Nous n'apprécions pas beaucoup la mode de *décolleter* les bébés et de leur laisser les jambes nues. Nous ne croyons pas que cet âge soit favorable aux expériences d'endurcissement. C'est comme pour le *bain froid* en toute saison. Ceux qui résistent à cette éducation, qu'on a appelée *à l'anglaise*, seront dans leur carrière des individus bien trempés; mais c'est peut-être grâce à une sélection cruelle plutôt que par les bienfaits du système.

En ce qui concerne l'influence de la *chaleur*, il a également été reconnu qu'elle élève la mortalité des enfants, quand elle devient excessive, qu'il s'agisse de pays tempérés ou de pays chauds. Les petits bains frais rendent, sous ce rapport, de réels services, à titre de toniques généraux aussi bien que comme moyens de soustraction du calorique. La véritable protection, en effet, est dans la parfaite adaptation du régime alimentaire aux besoins du jeune être et dans tout ce qui maintient l'ensemble de sa vitalité.

Alimentation de la première enfance. — Les divers modes d'alimentation de l'enfant se répartissent comme ci-dessous :

1° Allaitement	naturel	maternel.
		mercenaire.
		par les femelles d'animaux.
	artificiel	au biberon.
		au petit pot, au suçon, etc.
2° Élevage a sec (alimentation prématurée).		

Allaitement maternel. — C'est, évidemment, le mode le plus naturel de tous et *à priori* le meilleur. Ce que nous voyons chez tous les mammifères permet suffisamment de conclure qu'il ne devrait pas en être autrement chez l'homme. Les dispositions prises par la nature sont incontestablement supérieures; il ne peut être indifférent que l'on observe ou non les rapports physiologiques qui se présentent normalement entre les conditions de qualité ou de quantité du lait de la nouvelle accouchée et les besoins ou les organes de l'enfant. Quand même ces rapports auraient moins d'importance qu'il ne paraît et alors que l'on pourrait les retrouver de la part d'une autre femme, il est évident que, dans le cas le plus général, la mère est seule capable d'entourer sans cesse l'enfant des soins minutieux et dévoués qui complètent et assurent la portée d'une alimentation d'ailleurs convenable, de s'imposer à elle-même les sacrifices nécessaires au maintien de son lait dans les proportions et les qualités requises, de ne jamais marchander à son nourrisson l'aliment qu'il réclame.

On s'accorde à reconnaître que la mortalité des enfants nourris au sein *maternel* n'est que de 8 à 9 pour 100, de 0 à 1 an; elle est plus élevée dans tout autre mode. L'allaitement maternel sauve même les deux tiers des enfants nés avec la *faiblesse congénitale*, qui eussent succombé avec le biberon.

Les difficultés matérielles sont : ou bien des vices de conformation, la stérilité du sein maternel, la mauvaise santé de la mère; — ou bien, la nécessité, pour celle-ci, de consacrer ses journées au travail, ainsi que cela existe communément chez les femmes d'ouvriers et surtout des ouvriers de l'industrie. Or, les premières de ces conditions sont rares et pourraient, quand elles se présentent, être atténuées considérablement ou prévenues (Mattei). En dehors de la *syphilis* et de la *tuberculose*, il n'est guère d'état général qui empêche la mère de nourrir; la délicatesse de constitution, l'*anémie*, tant de fois invoquées, ne peuvent être un obstacle, puisque l'on peut sans trop de peine les modifier d'avance pendant la grossesse et lutter contre elles pendant l'allaitement. La *mauvaise conformation du mamelon*, les *gerçures*, trouvent leur remède dans l'emploi des *bouts-de-sein*, de la *tétrelle* (anglaise ou américaine). Enfin, si le sein de la mère est positivement insuffisant, l'allaitement mixte, c'est-à-dire l'usage alternatif du sein et du biberon, est encore une ressource bien au-dessus de l'allaitement mercenaire ou artificiel. L'exemple des Anglaises met cette proposition hors de doute. Disons en passant que Mattei, contrairement à la plupart des accoucheurs, conseille de ne mettre le nouveau-né au sein que lorsque la congestion du sein se manifeste, c'est-à-dire 24 ou 48 heures après l'accouchement; le faire téter au bout de 3 ou 4 heures, c'est fatiguer inutilement la mère et le nourrisson.

Le second ordre d'obstacles matériels, si développé dans les centres manufactu-

riers, ne saurait avoir que l'un de ces deux remèdes : compenser à la mère son gain journalier, sans qu'elle quitte son enfant; ou bien, donner à l'enfant l'abri et les soins généraux pendant qu'elle est au travail, de telle sorte qu'elle puisse l'allaiter à chaque pause, ainsi qu'au commencement et à la fin de la journée. Il est clair que le premier procédé est bien supérieur au suivant et que c'est de celui-là que les œuvres de bienfaisance doivent se rapprocher, comme le fait la *Société protectrice de l'enfance*, depuis 1864 (Alex. Mayer), en portant à domicile les secours pécuniaires et médicaux, sans distinction de religion, d'opinion politique ni d'état civil des mères. La seconde manière est celle des *crèches*, dont nous reparlerons. Entre les deux, il existe un moyen mixte, adopté par de grands industriels (Dolfuss-Kœchlin à Mulhouse, les frères Thiriez à Lille) vis-à-vis de leurs ouvrières; celui de payer intégralement le salaire des nouvelles accouchées, sans les admettre à la fabrique, pendant un certain nombre de semaines, qui peut être prolongé sur l'avis du médecin. Il ne faut pas oublier, en effet, que tout ne consiste pas à laisser aux mères quelques heures par jour pour donner le sein à leurs enfants, recueillis dans une crèche ; ce secours est illusoire si la reprise prématurée du travail et le surmenage appauvrissent leur lait et en réduisent l'abondance, ce qui est malheureusement commun.

Quant aux difficultés morales, il suffit de les mentionner. Le relèvement de l'éducation féminine et le sentiment de la gravité de la situation, chez les médecins, peuvent seuls en atténuer la portée.

Allaitement mercenaire. — Il se pratique à l'aide d'une nourrice étrangère, soit dans la maison de la mère, soit au dehors. Étant admis, ce qui est incontestable, que le lait de femme est toujours le meilleur pour le *petit* de l'espèce humaine et que, vu sa pénurie, il convient d'utiliser jusqu'à la dernière goutte tout le lait de femme disponible, on ne saurait douter que l'allaitement mercenaire *au sein* ne soit le premier après l'allaitement maternel. Mais un certain nombre de conditions assez délicates se présentent à remplir.

Il faut d'abord choisir *la nourrice*. On est naturellement porté à se confier à des femmes jeunes, d'une certaine vigueur et même de quelque beauté, ayant les dents saines, plutôt brunes que blondes. Les seins hémisphériques, volumineux, desquels le lait jaillit à la moindre pression, ont la préférence. Mais Coudereau fait remarquer qu'il est très fâcheux que l'on repousse, pour des caractères extérieurs, un assez grand nombre de nourrices qui pourraient être très tolérables. Le criterium de la qualité des nourrices, c'est la croissance des enfants. Pour sa part, Coudereau a constaté que les mères dont les nourrissons ont le plus gagné sont celles de 36 à 43 ans; celles de 21 à 25 ans viennent ensuite. Les seins volumineux ont eu le pas sur les autres, les seins hémisphériques sur les seins pyriformes; les nourrices à cheveux blonds sur les brunes; celles qui ont les dents cariées sur celles qui ont les dents saines. Les enfants de primipares ont gagné un quart de plus que les enfants de multipares.

Bien qu'il y ait, sans aucun doute, des différences sérieuses, il suffit d'y réfléchir pour comprendre qu'il doit y avoir de bonnes nourrices sous toutes les couleurs de cheveux; les Celtes sont châtains, les Aquitains sont bruns, les Germains sont blonds; néanmoins, toutes ces races ont des enfants et les élèvent. C'est donc que leurs femmes ont du lait. Les seins pyriformes, comme l'a noté G. Lagneau, sont un trait du type normand ou plutôt Germain ; or, personne n'ignore la fécondité

des familles germaniques et la multiplication rapide des Normands (sinon en France, au moins au Canada). Ce sont ces mêmes races qui, normalement, ont beaucoup de caries dentaires.

Néanmoins, il est certain que les Bourguignonnes de basse Bourgogne, de race celte, qui ont les seins hémisphériques, sont les meilleures nourrices (Gubler); aussi, toutes les femmes qui se présentent à Paris pour cet emploi veulent elles être Bourguignonnes et coiffent-elles le bonnet caractéristique. Quant au volume des seins, Gubler ne le regardait pas comme une garantie qu'il fallut toujours rechercher; chez certaines femmes, selon lui, la mamelle est à la fois organe sécréteur et réservoir; chez d'autres, elle n'a que le premier rôle. Dans ce dernier cas, elle n'a pas de raisons d'être volumineuse, et les choses n'en vont que mieux, parce que le lait, fabriqué au fur et à mesure de la succion de l'enfant, jouit de toute sa fraîcheur; tandis que le lait amassé dans les réservoirs peut se trouver détestable, quand l'intervalle entre deux tétées a été long. Ce qui paraît singulier, c'est que ses proportions d'eau augmentent.

Voici, d'ailleurs, comment L'Héritier a exprimé la supériorité du lait des brunes sur celui des blondes :

	Lait des blondes.	Lait des brunes.
Eau	892	853,3
Beurre	35,5	54,8
Caséine	10	16,2
Sucre	58,5	71,2
Sels	4	4,5

L'*âge du lait* ne paraît pas avoir une extrême importance, si la nourrice est d'ailleurs bonne. On peut croire que le lait de l'accouchée récente est mieux approprié aux besoins de l'enfant et, en particulier, que la présence du *colostrum* n'est pas indifférente. Cependant Bouchaud a constaté, à la Maternité, qu'un enfant qui vient de naître, confié immédiatement à une bonne nourrice, non seulement ne diminue pas de poids, — ce qui est la règle pour l'enfant allaité par sa mère, — mais peut commencer à croître dès le premier jour. Quelques-uns ont supposé que le nouveau-né, ne sollicitant la glande qu'en proportion de ses besoins, *rajeunit* le lait et ramène la mamelle au fonctionnement du début. Cette idée ingénieuse ne tient pas devant les observations précédentes, de Bouchaud; les nourrices dont il s'agit et qui étaient si avantageuses à des nouveau-nés nourrissaient en même temps leurs propres enfants, plus âgés.

Il n'est pas prudent d'accepter une nourrice *réglée* ou enceinte, parce qu'il y a des chances pour que son lait tarisse bientôt; mais, lorsque l'un ou l'autre de ces incidents se présente pendant l'allaitement, le lait peut n'en être pas plus mauvais, et ce n'est pas un motif de renvoyer la nourrice, pourvu que la sécrétion du lait continue d'avoir lieu.

On a dit, avec plus de vérité que de prudence, que « *le réactif du lait par excellence, c'est l'enfant* ». Cette épreuve par la clinique est cependant périlleuse. Il faudrait bien que la chimie nous renseignât d'abord, et nous épargnât ces tâtonnements dont l'enfant peut être la victime. Le lait, dit Coudereau, doit être d'autant plus riche en alcalis, l'albumine doit prédominer d'autant plus et la caséine d'autant moins que le nourrisson est plus jeune et que ses organes digestifs sont moins parfaits. Ces constatations valent mieux que tous les certificats du monde généralement si complaisants, qui *rajeunissent* indéfiniment le lait des nourrices

et, au besoin, les nourrices elles-mêmes (Brochard, Charpentier, etc.).

Toutefois, en observant *cliniquement* le nourrisson, on reconnaîtra aux signes suivants (Coudereau) que la nourrice est bonne : l'enfant a bonne mine, il est gai, son sommeil est tranquille. Le ventre n'est point volumineux ni dur, les fausses-côtes ne sont pas relevées. Il ne crie, en général, que quand il a faim. Il urine très abondamment. Ses selles, bien liées, présentent la couleur de jaune d'œuf, exhalent une odeur *sui generis*, qui n'affecte pas désagréablement l'odorat. Elles ne doivent être ni caillebotées, ni grumeleuses, mais consistantes et bien homogènes, abondantes. La balance, qui, à elle seule, ne prouve rien, accuse un accroissement de poids de 25 à 30 grammes par jour en moyenne.

On sait que les émotions morales, les excès alcooliques, à plus forte raison les maladies, altèrent immédiatement les qualités du lait et troublent ou renversent les signes favorables qui viennent d'être indiqués.

La nourrice *dans la maison* et sous les yeux de la mère semble offrir de sérieuses garanties. Pourtant, la vraie mère doit se souvenir qu'il n'y a là qu'une suppléance *alimentaire* et qu'elle n'est pas dispensée des autres charges de la maternité. A bien dire, la mère devient la surveillante de la nourrice et son aide, quelquefois même sa servante. Il importe de ne pas altérer même l'humeur de cette étrangère, qui ne se méprend d'ailleurs pas sur l'importance de son rôle. — Nous dirons plus bas un autre aspect de la situation.

La nourrice *au dehors* n'est pas également à redouter dans tous les cas. Lorsqu'une femme de village ou de petite ville place son enfant dans la localité même ou dans la campagne à proximité, chez quelque paysanne, mère de famille, déjà exercée à l'élevage des enfants, avantageusement connue, et que de fréquentes visites des parents peuvent avoir lieu, les conditions ne sont pas très inquiétantes. Ici, la nourricerie n'est pas une industrie; c'est une mère qui rend à une autre, moyennant rétribution, un service dont elle dispose et qui, d'ailleurs, n'abandonne pas son propre enfant. Il n'en est malheureusement plus de même dans les campagnes qui entourent les grandes villes et dans quelques-uns de nos départements où l'*industrie nourricière* est entrée dans les mœurs. Cette pratique a d'assez graves conséquences et a suffisamment excité les soucis des hygiénistes pour être, à cette place, l'objet de quelques développements.

Industrie nourricière. — La nourrice qui émigre et vient nourrir à la ville compromet l'existence de son propre enfant; celle qui n'émigre pas et reçoit un nourrisson chez elle compromet l'existence de son enfant et celle du nourrisson. Cette menace n'est que trop souvent suivie d'effet, et les révélations de Bertillon (1858), Monot de Montsauche (1865), Brochard, Broca, Devilliers, Husson, Marmisse, Vacher, etc., ont prouvé que l'allaitement mercenaire est une des grandes raisons pour lesquelles la France perd 178 enfants de 0 à 1 an sur 1,000 naissances, alors que ce chiffre pourrait être réduit à une normale de 90,80 et même 70, comme il l'est réellement chez les nourrissons surveillés par le personnel de la *Société protectrice de l'enfance;* soit une économie annuelle d'au moins 80,000 existences

sur les 168,000 décès d'enfants du premier âge que nous subissons (Bertillon et J. Bergeron).

Monot a montré comment succombaient en foule les enfants des nourrices émigrées, séparés de leur mère à l'âge de 2 ou 3 mois, privés de lait et de soins, reconduits en bandes par les « *meneuses* » dès que leur mère était placée, voyageant par tous les temps et par tous les modes, apaisés à force de narcotiques... Au village, le mari, se débauchant par l'absence de sa femme et se taisant pour en partager le salaire; l'enfant, de plus en plus abandonné, s'il n'était pas mort dès le retour de Paris. Quant aux nourrissons placés au dehors, il suffit de rappeler que l'on a pu démontrer que, sur 20,000 qui sortent annuellement de la capitale, 15,000 (75 p. 100) succombaient avant la fin de la première année! Cette chose épouvantable est admise et regardée comme très simple dans les villages du Perche et de la Normandie où la nourricerie est en vigueur. Voir passer un petit cercueil sous le bras d'un homme n'émeut plus les paysans : « Bast! dit-on, c'est un petit Parisien. » Il y a, d'ailleurs, de fortes raisons de croire que cette destruction organisée se fait quelquefois avec la complicité plus ou moins tacite des parents des nourrissons. Comment se fait cet allaitement dit naturel? Il est probable que souvent il n'y a pas d'allaitement du tout et que les soins généraux manquent tout autant.

C'est pour réagir contre ces pertes démographiques que diverses commissions académiques ou gouvernementales, depuis 1867, avaient élaboré des règlements relatifs à la surveillance de l'industrie nourricière, jusqu'à ce que la *loi Roussel* (23 décembre 1874) fût venue leur donner la vie. (« Art. 1er : Tout enfant âgé de moins de 2 ans, qui est placé moyennant salaire en nourrice, en sevrage ou en garde hors du domicile de ses parents, devient, par ce fait, l'objet d'une surveillance de l'autorité publique ayant pour but de protéger sa vie et sa santé ».) Ce n'est que depuis 1879 que l'Administration s'est mise en devoir d'exécuter cette loi.

La loi Roussel admet l'allaitement mercenaire, puisqu'elle en organise la surveillance. Les sociétés protectrices de l'enfance, qui se proposent par-dessus tout la propagation de l'allaitement maternel, surveillaient aussi la nourricerie salariée et prétendent la surveiller mieux que les administrations, ce qui n'est pas impossible. Pourtant, il ne faut pas se plaindre de la loi, et son exécution, bien dirigée, rend déjà des services.

A Paris, dit J. Rochard, l'ex-préfet de police Camescasse institua un service de surveillance dirigé par les médecins, exercé par des dames inspectrices, et obtint de faire tomber de 80 à 20 p. 100 la mortalité des enfants de la première année. Dans le Calvados, sous l'impulsion du préfet Monod, la mortalité des enfants âgés de moins de 2 ans est tombée successivement de 7,20 p. 100, en 1880, à 5,84 en 1881, 5,49 en 1882 et 5,41 en 1883.

La mortalité des enfants placés à nourrice à l'extérieur (*Haltekinder*) serait moyennement de 44,8 p. 100 à Berlin (Uffelmann, Skrzeczka) et 37 à Munich. L'administration se vante, dans cette dernière ville, de faire si bonne garde que, parfois, la mortalité des nourrissons extérieurs est au-dessous de celle des enfants allaités par leur mère. Mais Pettenkofer a fait voir que les conditions dans lesquelles cette statistique est recueillie ne permettent de lui accorder qu'une confiance très limitée.

ALLAITEMENT NATUREL PAR LES FEMELLES D'ANIMAUX. — Beaucoup de femelles de mammifères pourraient être employées à donner *directement* leur lait au petit de l'espèce humaine. Nous avons vu (page 902) que le lait des cavales

et des ânesses se rapproche, à plusieurs égards importants, de celui de la femme. Coudereau y joint le lait de chienne, dans lequel il y a, comme dans celui de la femme, prédominance de l'albumine sur la caséine, et même le lait de chèvre, où ce rapport est renversé, mais avec une prédominance de caséine moindre que dans le lait de vache. (Pour 100 d'albumine, selon l'auteur, la caséine est 22,75 dans le lait de femme; 173,09 dans le lait de chèvre; 239,20 dans le lait de vache.) On n'utilisera guère la vache comme nourrice directe, parce que son lait a besoin d'être modifié pour être adapté aux capacités digestives de l'enfant. La cavale et même l'ânesse pourraient être des nourrices dangereuses dans un moment de caprice ou d'indocilité; d'ailleurs, il ne semble pas que l'on puisse jamais trouver là une ressource susceptible de généralisation et d'un prix abordable; l'ânesse perd son lait au bout de six mois, quand elle est séparée de son petit. Restent la chienne, qui a été utilisée dans des cas encore assez rares, mais avec succès, et la chèvre qui, jusqu'à présent, est la seule nourrice sérieuse des enfants. La chèvre est d'une douceur parfaite, de petite taille; son trayon s'adapte sans peine à la bouche de l'enfant, les médecins de la *Société de thérapeutique* (Grellety, Constantin Paul, etc.) en approuvent formellement l'emploi, d'ailleurs assez répandu déjà, principalement pour les nourrissons atteints de syphilis, maladie qui ne prend pas sur la chèvre. Coudereau voudrait que, dans son *village-nourricerie*, des chèvres-nourrices fussent chargées d'allaiter les enfants à partir de l'âge de deux mois, jusqu'à ce que, plus tard, ils puissent digérer le lait de vache.

Dans le milieu urbain, Parrot préfère avec raison l'ânesse à la chèvre, qui a besoin de vivre en liberté. En 1883, il avait élevé, à la *nourricerie des Enfants-Assistés* (à l'entrée du Bois), 86 enfants syphilitiques, dont 42 au pis de la chèvre et 38 au pis de l'ânesse; il en avait perdu 34 des premiers et seulement 10 des seconds. Une ânesse peut suffire à trois enfants. Des « *ânesseries* » (Tarnier) existent en Hollande. Tarnier recommande ce lait bien plus que celui de la chèvre, non seulement au pis, mais encore et plutôt au biberon, à la cuiller, à la timbale.

Allaitement artificiel. — L'allaitement artificiel consiste à offrir à l'enfant le lait emprunté aux mamelles d'une femelle d'une autre espèce en le ramenant le plus possible à la constitution chimique, à la température et à toutes les autres qualités que le nourrisson trouverait dans la façon dont le sein maternel laisse échapper son contenu sous les efforts de succion du nouveau-né. On le pratique au *biberon*, à la cuiller, au verre.

A première vue, une telle imitation des procédés naturels est d'une réalisation fort délicate et, néanmoins, d'une portée grave. Coudereau a insisté avec raison sur la fragilité du tube gastro-intestinal du nouveau-né, l'imperfection de ses fibres musculaires, sa salive sans ferment, son pancréas sans action sur l'amidon, ses glandes à pepsine sans pepsine. Il faut au jeune être un aliment très doux et très riche à la fois, difficile à composer artificiellement et probablement sans suppléance réelle possible. De là les périls de toute sorte de l'allaitement artificiel.

L'allaitement artificiel, si bien mené qu'il soit, ne vaut pas l'allaitement maternel, ni même l'allaitement mercenaire convenablement contrôlé. Mais, bien établi et scrupuleusement appliqué, il vaut infiniment mieux que les nourrices qui élèvent leurs nourrissons *à sec* et les laissent mourir de misère et de malpropreté.

L'Académie de médecine était donc dans le vrai en soutenant de son autorité la valeur matérielle de l'allaitement maternel; mais le Conseil municipal de Paris n'avait nullement tort de penser qu'un établissement de nourrices artificielles, parfaitement placé, outillé et surveillé, pourrait coûter à la capitale moins de 15,000 enfants sur les 20,000 qu'elle confie à l'allaitement mercenaire.

Parrot calculait que, sur 46,245 enfants nouveau-nés restés à Paris en 1881, il en était disparu 10,180 à la fin de la première année. Un peu plus de la moitié, 5,202 étaient morts d'*athrepsie*. Or, de ces 5,202 petits malheureux, 3,067 étaient nourris au biberon. Et, néanmoins, Tarnier accepte l'allaitement artificiel; — mais en en posant les règles.

Le meilleur allaitement artificiel comportera probablement toujours plus que la mortalité de 5 p. 100 (de 0 à 1 an), qu'on attribue à l'allaitement maternel. Peut-être même, ce qu'on ne dit pas assez, est-il capable d'influencer fâcheusement, à distance, le développement ultérieur, la vigueur physique ou morale des individus qui y ont passé. Mais nous pensons, avec Jules Guérin, que la mortalité de 70 ou 75 p. 100 n'arrive qu'avec l'allaitement artificiel mal conduit (comme il y a un allaitement au sein illusoire et meurtrier) et n'est pas fatalement attachée à ce procédé. Un des auteurs des mémoires adressés à l'Académie en 1879 a élevé avec succès ses sept enfants au biberon. Et il est bien d'autres exemples encourageants. Après tout, avec la génération féminine qu'on nous a faite, le lait de femme est rare en France; il faut bien admettre qu'on le remplace quelquefois, et il est heureux qu'on trouve un moyen de ne pas laisser cette suppléance devenir l'équivalent de la mort.

Les principales conditions que doit remplir l'allaitement artificiel sont :

1° D'être pratiqué avec un appareil simple, qui n'altère en rien le lait. Tarnier emploie plus volontiers la cuiller, le verre, que le *biberon*, qui a cependant l'avantage de répondre à l'instinct de succion de l'enfant, de ne laisser arriver le lait que par petites portions et de permettre à la salive de s'y mêler. Mais le biberon retient un peu partout du lait qui se coagule, fermente et entretient de nombreux microbes (H. Fauvel). Le verre et la cuiller sont faciles à nettoyer. Le biberon en matière imporeuse (non en métal, toutefois), dont on pourra brosser et passer à l'eau bouillante toutes les parties, sera seul toléré (Descoust). Les enfants qui ont déjà tété prennent plus volontiers le biberon que le verre ou la cuiller. Le biberon est aussi une nécessité pour les enfants atteints du *bec-de-lièvre*.

Les nourrices mercenaires de Normandie usent beaucoup du *petit-pot* (Denis Dumont), qui ne serait pas très mauvais, si le lait était bon.

Il faut évidemment rejeter l'*éponge* fixée à l'orifice d'une bouteille, le *nouet de linge* et tous les suçons malpropres du même genre.

2° D'offrir à l'enfant de bon lait de vache (à défaut d'ânesse ou de chèvre), coupé d'un tiers à un quart d'eau sucrée jusque vers six mois, âge auquel on peut le donner pur. Tarnier met 5 grammes de sucre dans 100 grammes

d'eau ; il reconnaît qu'il serait rationnel de sucrer avec le sucre de lait. La température du lait doit être aux environs de 37° (Tarnier). Blachez est d'avis qu'il soit pris le plus près possible de la traite ; Félix (de Bucharest) assure, au contraire, que le lait un peu aigri est plus facilement digéré.

Aujourd'hui, que le lait passe pour pouvoir véhiculer la tuberculose et d'autres virus, il est de règle de le faire bouillir d'abord. D'ailleurs, c'est le moyen d'en retarder la coagulation. Bertling (de Berlin), sous l'inspiration de Klebs, avait inventé, avant Soxhlet (voy. p. 916), un procédé de stérilisation du lait à 120°, qui semblait à Albu modifier avantageusement la caséine.

Nous avons précédemment donné la formule de Coulier pour le coupage du lait de vache. Coudereau conseille de couper avec de l'eau miellée et des œufs : on laisse au repos pendant plusieurs heures un litre de lait ; puis on en prend le quart supérieur, qui renferme la plus grande partie de la crème, et on le mélange à trois quarts de litre d'eau miellée dans laquelle on a battu trois œufs (blanc et jaune). Cette méthode paraît très bonne, mais suppose une certaine profusion de lait de vache. (Pour tout ceci, se reporter à l'article *Lait*, dans la PREMIÈRE PARTIE.)

3° De s'accomplir dans un milieu irréprochable. A la campagne, le biberon réussit assez bien ; malgré la supériorité que l'on attribue au lait des vaches nourries *à sec* et en ville, nous croyons que celui des animaux qui paissent au soleil, dans les prairies, a des qualités appréciables.

4° De se combiner le plus possible avec l'allaitement maternel, soit sous forme d'allaitement mixte et simultané, soit en n'intervenant que quand l'enfant a tété trois mois ou même un peu moins. Chalvet faisait remarquer qu'à cet âge, les glandes salivaires, gastriques et intestinales, sont déjà assez développées. Mallet, qui s'est conformé à cette règle et paraît, néanmoins, avoir observé dans Paris, accuse une mortalité de 187 p. 1,000 dans sa jeune clientèle. C'est encore beaucoup et cependant moins que la moyenne à Paris. Si l'on pouvait subvenir aux besoins des femmes d'ouvriers pendant deux ou trois mois après leur accouchement, à condition qu'elles allaitassent uniquement au sein et qu'on leur permît ensuite de recourir en partie ou exclusivement au biberon, il est probable que l'on ferait de grandes économies d'existences.

Il va sans dire que c'est entre les mains de la mère elle-même, pourvu qu'elle ait du cœur, de l'intelligence et de la propreté, que le biberon a le plus de chances de réussir.

ÉLEVAGE A SEC. — Il consiste dans la substitution immédiate ou retardée, à toute espèce d'allaitement, de l'usage des bouillies, soupes, panades, farines lactées ou laits artificiels, et de toute préparation admettant un autre élément nutritif que les composants naturels du lait et destinée à être prise d'une autre façon que par la succion.

Appliquée dès la naissance, cette méthode absolument antiphysiologique est détestable et meurtrière. Tous les médecins français la réprouvent énergiquement, et la tentative faite en 1876 à l'Académie de médecine, par un vétérinaire de distinction, est tombée, à la suite de justes protestations,

dans l'oubli qu'elle méritait. En Allemagne même, où l'on dit que les estomacs infantiles sont fort complaisants et où les chimistes les plus illustres inventent du lait meilleur que celui du pis de la vache, les hygiénistes restent très froids à l'égard des succédanés de l'allaitement (Voy. page 883).

Il n'en est plus de même quand l'enfant, nourri de lait jusque-là et exclusivement, vient d'atteindre ses six mois et que les premières dents vont sortir ou sont déjà sorties. On peut, non pas interrompre l'allaitement, mais l'*aider*. La farine à la mode (c'est la *Nestlé* qui a la vogue du moment) interviendra si l'on veut; pour moi, je n'hésite pas à préférer les bouillies délicates, faites de lait frais et de farine, à toutes ces drogues pharmaceutiques qui ont altéré à la fois l'amidon et le lait (Coudereau) et que l'on enferme dans des boîtes soudées au plomb (J. Bergeron). Le sens commun ne prévaudra-t-il pas quelque jour contre le verbiage des quatrièmes pages des journaux?

Mais, même à cette époque, il faut que le lait reste l'élément le plus positif de l'alimentation. Le lait de vache, alors, peut être donné presque sans coupage. On surveillera, d'ailleurs, attentivement les selles de l'enfant et les allures de son développement. S'il maigrit ou s'il n'acquiert que très peu de poids; si ses selles sont grumeleuses, fétides, pareilles à du mastic de vitrier, il faut s'empresser de revenir au lait seul. Il y a, sous ce rapport, des différences notables dans les aptitudes digestives des nourrissons. Mais il ne faut jamais se laisser prendre à ce fait que les panades ou les soupes ont calmé les cris de l'enfant; la réplétion de l'estomac ne garantit rien, quant à l'assimilation. C'est cette redoutable séduction de l'*alimentation prématurée*, d'ailleurs si commode pour la mère, qui prépare les troubles gastro-intestinaux de la saison chaude, les diarrhées et les entérites, étrangement meurtrières dans les grandes villes. A Lille, où la mortalité de 0 à 1 an (1874-1878) s'élève à 279 p. 1,000 (Lober), cette pratique des soupes prématurées est malheureusement très en vogue chez la classe ouvrière et, sinon légitime, au moins très explicable; aussi les décès par diarrhée-entérite de 0 à 1 an représentent-ils du tiers à la moitié (maximum en août) de tous les décès de cet âge; la proportion est d'autant plus forte qu'on envisage les quartiers plus spécialement habités par les ouvriers.

Les manifestations aiguës, immédiates, de toute espèce d'alimentation insuffisante, constituent, chez les enfants, cet état un peu complexe que Parrot a qualifié du nom expressif d'*athrepsie*. Avant de succomber à la diarrhée et à l'entérite, le nouveau-né révèle déjà extérieurement la nullité de sa nutrition par le *muguet*, l'*érythème* des fesses, le *pemphigus*. S'il végète, il a le ventre aussi gros que ses membres sont grêles, et, s'il survit, il a des chances de fournir un type de *rachitisme* (Jules Guérin).

Habitat. Soins généraux chez les nouveau-nés. — Les statisticiens (Bailly, Day, Hogdson, Stockton-Hough, Chadwick, Devilliers, Bertillon, Ducpétiaux, Kuborn) ont constamment trouvé que la mortalité des enfants chez les classes ouvrières dépasse de beaucoup celle des enfants des classes

aisées; le rapport le plus généralement indiqué est comme 8 : 3. En outre des lacunes d'alimentation, des soins maladroits inspirés par l'ignorance, il est certain que le méphitisme des logements pauvres est une cause puissante de cette différence. Ces logements sont dans des quartiers difformes, dans des maisons envahies par la putridité; de plus, ils sont étroits, et, dans la même pièce où repose l'enfant, on mange, on fume, la mère fait la cuisine, lessive et sèche le linge de la famille. Ceci explique comment il se fait qu'en général la mortalité infantile soit moindre *à la campagne qu'à la ville*, quoique les mauvais procédés d'éducation y soient probablement plus communs. En effet, cette mortalité, en France, jusqu'au troisième mois, est plus grande au village qu'à la ville : 74,2 contre 67,1. Mais, dès lors, la campagne reprend sa supériorité. En Belgique, sur 2,000 naissances, le chiffre de ceux qui atteignent l'âge de cinq ans est de 1,215 à la ville et 1,272 à la campagne; en France, la mortalité de trois à six mois (sans distinction de sexe ni d'état civil) est de 19,2 p. 100 à la campagne, de 19,27 à la ville ; de six à douze mois, 7,75 à la campagne, et 22,87 à la ville.

Les promenades à l'extérieur sont fort utiles aux enfants, surtout à ceux des grandes cités. Il convient, cependant, d'y mettre quelque discrétion et de se souvenir que l'enfant est à peu près désarmé par lui-même vis-à-vis des influences atmosphériques. Quand on portait dehors les nourrissons sur les bras de leur mère ou d'une bonne, ils étaient nécessairement l'objet de soins continus et se réchauffaient sur le sein d'une femme. Aujourd'hui, on les promène dans de *petites voitures* à bras, où leur tête ballotte pendant qu'une sangle leur comprime le thorax; on les y laisse volontiers, une fois arrivés au but de la promenade, abandonnés à leur calorification propre. C'est une innovation bien plus agréable aux bonnes qu'avantageuse aux nourrissons.

La plupart des langes, des vêtements, de la literie, la propreté corporelle, ont une influence décisive sur la santé des petits enfants. Il y a, à cet égard, beaucoup de préjugés absurdes que la paresse des nourrices entretient et contre lesquels les médecins doivent réagir.

La mortalité des nourrissons est plus élevée dans les pays palustres. Dans un pays salubre, au calcul de Bertillon, elle ne doit pas dépasser 90 à 95 décès p. 1000 naissances vivantes, dans la première année, ou même 70 à 75, dans les classes riches.

Les crèches. — Le nom de *crèches*, emprunté à une légende pieuse, est donné à des établissements charitables dans lesquels on reçoit, pendant le jour, des enfants dont la mère ne peut s'occuper pendant ce temps, en raison de la nécessité pour elle de se rendre au travail, généralement dans un atelier.

Les crèches se sont considérablement développées à Paris et dans toute la France, depuis 1844, grâce aux efforts de Marbeau, adjoint du premier arrondissement. Elles sont restées dans le domaine de la charité privée. A Lille, où il y en a trois, les crèches appartiennent à une société de grandes dames, très charitables, très pieuses, mais dont la largeur d'idées ne va

pas jusqu'à admettre à la crèche les filles-mères et leurs enfants, c'est-à-dire la catégorie qui a le plus grand besoin d'être secourue. Il se pourrait que la *Société de charité maternelle*, de Paris, à qui le Conseil municipal, en 1876, supprima sa subvention de 10,000 francs, ait des habitudes analogues. Ajoutons qu'en raison du même esprit, la crèche est ordinairement dirigée par une religieuse.

Les crèches rendent, cependant, des services. Bien que la plupart ne reçoivent pas d'enfants au-dessous de deux mois (ou même de trois dans certaines villes), il est évident qu'elles offrent une ressource positive aux mères, si, d'ailleurs, le fonctionnement de la maison est bien établi et surveillé médicalement. L'Académie de médecine a été d'avis que ces établissements ne pussent favoriser que l'allaitement maternel et ne reçussent pas d'enfants sevrés avant l'âge de neuf mois. Cet avis, parfaitement justifié, comporte donc la réalisation de tout ce qui rend aux mères l'accès près de leur enfant facile et agréable.

On conçoit aisément que les crèches sont d'autant plus utiles qu'elles sont plus près des ateliers où les femmes travaillent. Les grands industriels qui en ont établi au centre même de leur usine ont fait une œuvre intelligente et humanitaire (*crèches ouvrières*).

Les crèches ne doivent pas être très peuplées; quinze à vingt enfants sont une moyenne convenable. L'hygiène générale doit y être rigoureusement assurée et maintenue; en soi, la promiscuité est dangereuse aux enfants. D'ailleurs, à cet âge, les souillures fécales et urinaires sont partout et de tous les instants. La nourriture, dans l'intervalle des tétées, se compose de lait coupé, de panades au pain blanc ou biscottes au-dessous de sept à huit mois; de soupes au bouillon gras, d'œufs, au delà.

Tarnier proposait que le Conseil municipal de Paris établît, dans quelque quartier peuplé, une *étable* d'essai, avec vaches et ânesses, et d'annexer à cette étable une crèche pouvant contenir six enfants. Malgré le succès des étables de Francfort-sur-Mein, de Genève, il semble que l'on se défie, en France, des vacheries en pleine ville.

Il y a, aujourd'hui, des crèches dans toute l'Europe, dont 36 à Paris, sous la surveillance de la *Société des crèches*. On est quelquefois obligé d'en fermer une, à cause de la rougeole, de la diphthérie, etc.

Toutes les crèches ne sont pas absolument gratuites; quelques-unes perçoivent une rétribution de 15 à 20 centimes par jour et par enfant. D'autres sont partiellement alimentées par une subvention municipale.

Il n'existe guère de statistiques bien faites sur la mortalité dans les crèches, et elles sont difficiles à faire, parce que certaines crèches reçoivent les enfants à partir de l'âge de 15 jours, d'autres à un âge plus avancé, et qu'il faudrait établir les rapports mortuaires par catégories d'âge. En Belgique, selon Kuborn, la mortalité varie de 6 à 12 p. 100; plus forte, naturellement, de 15 jours à 6 mois que de 6 mois à 1 an.

Ce qu'on appelle la *crèche à domicile* ne ressemble en rien à l'institution dont il vient d'être parlé. C'est le prêt d'un berceau, de linges, et des allocations en argent ou en nature à la mère qui s'engage à soigner et à allaiter elle-même son enfant

chez elle : en d'autres termes, l'idéal du secours à l'enfance et à la maternité pauvre, mais qui veut rester fidèle à son devoir. Le but actuel de la *Société protectrice de l'enfance*, nous l'avons vu, n'est pas autre chose. En province, il existe des *Sociétés maternelles* qui poursuivent la même œuvre de la même façon. A Lille, dit Houzé de l'Aulnoit, « de la Société de la maternité, les mères *mariées* reçoivent *après leur troisième accouchement* une somme de 18 francs et une layette... »

Pourtant, c'est de ce côté qu'est l'avenir, à la condition que les Sociétés maternelles consentent à ignorer l'état civil de leur cliente. Si, seulement, on arrivait à assurer l'existence, sans qu'elle ait besoin d'aller au travail, de la nouvelle accouchée pendant deux ou trois mois, pendant six semaines peut-être, il semble que les dangers du moment critique et redoutable pour la vie de l'enfant et la moralité de la mère soient profondément atténués, tellement réduits que la situation serait sauvée, la plupart du temps. J. Bergeron, dans cette pensée, a parfaitement raison de réclamer de l'Assistance publique qu'elle permette aux nouvelles accouchées de rester au delà des neuf jours sacramentels à l'hôpital (Maternité), ou chez la sage-femme à qui elle les confie.

Enfants assistés. — On comprend sous ce titre quatre catégories : *enfants trouvés, enfants abandonnés, orphelins, enfants secourus à domicile.* Les deux premières sont celles dont l'origine excite le plus vivement la préoccupation des hygiénistes; ce sont des enfants que des filles-mères et parfois des mères mariées très malheureuses abandonnent à l'hôpital ou à la Maternité où elles ont fait leurs couches, ou bien de petits infortunés que l'on fait arriver aux hospices par quelqu'un des lugubres procédés qui assurent l'anonymat aux filles trompées ou même à des ménages coupables. L'administration départementale, depuis 1869 (autrefois l'administration hospitalière), les recueille et se charge d'eux jusqu'à l'âge de douze ans. Quelle qu'en soit la provenance, on s'évertue d'abord d'assurer l'allaitement immédiat de tous ceux qui n'ont pas dépassé l'âge du sevrage. Quant à ceux qui ne font pas partie de la catégorie des *secourus à domicile* (les plus heureux), on en garde une part à l'hospice et l'on s'efforce, médecins et administrateurs, d'en faire sortir une autre, la plus grande possible, du milieu hospitalier pour les diriger sur la campagne où des familles de villageois les reçoivent moyennant rétribution et sous la surveillance d'inspecteurs spéciaux. L'allaitement peut quelquefois être supprimé pour les enfants *trouvés*, par la raison qu'ils ont plus d'un an à l'époque où ils appartiennent à l'Assistance; ce qui, d'autre part, explique ce fait, étrange au premier abord, d'une mortalité moindre chez eux que chez les enfants abandonnés. D'ailleurs, le nombre des enfants trouvés diminue, tandis que celui des enfants abandonnés augmente. G. Lagneau, comparant les deux années 1861 et 1872, exprime cette différence par les chiffres ci-dessous :

	Enfants trouvés.	Enfants abandonnés.	Orphelins.	Totaux.
1861	42,194	26,156	9,716	78,066
1872	6,907	46,193	9,551	62,541

Les enfants abandonnés succombent en grande proportion dans les premiers mois et, dans tous les cas, fournissent beaucoup plus de décès que les autres. Selon G. Lagneau, alors que 100 enfants en général perdent

31,88 décédés durant les 12 premières années d'existence, 100 enfants abandonnés en perdent 70,59. Vacher fait remarquer que la mortalité de 0 à 1 an pèse particulièrement sur les enfants assistés *à l'hospice*. C'est donc une raison de viser surtout aux moyens de les placer rapidement au dehors.

Les Tours. — Le *tour* est un endroit où toute personne peut, sans se faire connaître, déposer un enfant entre les mains d'une Administration secourable. Le mot vient de l'appareil réellement tournant qui se trouvait à la porte des asiles de dépôt (il existe peut-être encore) et permettait au déposant de ne pas être vu. On conçoit que ce système ait eu de sérieux inconvénients, rien que pour le petit abandonné, et qu'il puisse avantageusement être remplacé. Ceux qui demandent et ceux qui repoussent aujourd'hui le rétablissement des tours ont probablement discuté plus que de raison sur ce dispositif matériel, qui est le très petit côté de la question.

Le fonctionnement des *tours* a été rendu légal, en France, en 1811, par un philanthrope bien connu, Napoléon Ier. Mais il existait sous la monarchie, avec le succès auquel sont vouées ces institutions. « L'on transportait à Paris, dit Necker, 2,000 de ces enfants expédiés, comme une marchandise, de différents lieux où il ne se trouvait point d'établissements destinés à les recevoir ; ces enfants, dans la proportion de neuf sur dix, périssaient pendant la route ou peu de jours après leur arrivée. » D'ailleurs, Sa Majesté (19 janvier 1779) remarquait « avec peine que le nombre des enfants exposés augmente tous les jours et que la plupart proviennent de nœuds légitimes ».

Le décret impérial du 19 janvier 1811 n'a jamais été abrogé, ce dont quelques-uns se félicitent ; il a succombé sous la répugnance publique. Il avait été créé 250 tours, à la suite du décret ; il n'en existait plus que 6 en 1862 ; le dernier a été fermé à Marseille, en 1866.

Faut-il chercher à revivifier le décret et la bizarre organisation qui en dérive? Il a été répondu affirmativement par des hommes dont le nom seul atteste les sentiments élevés : Marjolin, Brochard, Bertillon, Coudreau, Guignard, le sénateur Bérenger et, dans ces derniers temps, J. Rochard et Bertin-Sans. Par contre, G. Lagneau, Vacher, L. Pénard, se prononcent contre. Nous-même, tout en reconnaissant, comme nous l'avons fait, la trop faible natalité française, et en admettant qu'il y ait une part de vérité dans ce que l'on dit de l'augmentation des avortements, des infanticides et des *faux morts-nés*, qui sont des infanticides déguisés (dans la proportion de 20 p. 100, selon Bertillon), nous n'admettrons jamais cette vaste entreprise de nourricerie par l'État, que l'on nous propose, cette Icarie (L. Pénard) dans laquelle les enfants n'appartiendraient plus à personne, suppresion officielle du devoir maternel — et même paternel, — le communisme substitué à l'individualité, contrairement au progrès que nous avons indiqué dans l'Introduction de ce livre. A Lille, lorsqu'il y avait un tour, les Belges l'inondaient de leurs produits : aujourd'hui, du moins, s'ils emportent notre argent, ils l'ont gagné par leur travail et nous ne sommes pas chargés de les élever.

Le tour est un appel à l'immoralité et une garantie contre ses conséquences : il sollicite et obtient cette chose monstrueuse, l'abandon des enfants par la famille légale. On désire, d'ailleurs, supprimer la désagréable perspective de la Cour d'assises, qui empêche encore quelques infanticides, de même que l'on n'est « pas partisan de l'intervention de l'État dans les questions sociales », mais qu'on l'engage à dépenser d'abord 9 millions par an pour « accueillir momentanément les enfants dont les mères, pour une raison quelconque, sont incapables de les élever » (J. Rochard).

Il est, du reste, évident que les tours bien achalandés ne donneront pas une notable économie d'existences. En effet, il est à supposer que la proportion des décès serait sensiblement la même pour tous les enfants des tours qu'elle a été pour les *enfants abandonnés*, sous le régime actuel, 70 p. 100 au lieu de 32, dans les 12 premières années. Les calculs de Vacher l'amènent à établir les proportions suivantes : la mortalité de 0 à 1 an est de 20 p. 100 chez les enfants recevant des secours temporaires (à domicile); de 35 p. 100 chez les enfants traités à l'hospice; elle serait de 50 p. 100 sous le régime de l'exposition « avec la cage tournante ». D'où 9,000 décès au lieu de 3,600 sur les 18,000 enfants au-dessous d'un an, actuellement secourus à domicile.

Il y a, pourtant, une catégorie qu'il faut d'abord recueillir, c'est « l'enfant déposé dans la rue ». Louis Pénard pense qu'on doit le recevoir (l'État, le département ou la commune), non dans un tour caché, mystérieux, fonctionnant la nuit, mais à un bureau en plein jour, sauf qu'il ne sera *exigé* aucun renseignement, qu'il ne sera ouvert aucune enquête officielle. Dans ces conditions, il semble qu'il puisse être satisfait aux nécessités qui ne comportent pas de retard, tout en gardant la possibilité de s'apercevoir des abus et de les contrecarrer. — Les tours d'autrefois attiraient un grand nombre d'abandons d'enfants *légitimes*.

Il y a, certainement, mieux à faire que de rétablir les tours. Les mesures indiquées sont :

1° D'introduire dans le Code la *recherche de la paternité*. La fille enceinte n'est pas coupable toute seule, si elle l'est. Elle a un complice. Le crime ne commence positivement que du jour où elle est abandonnée. — Toutefois, la recherche de la paternité ne saurait être une chose bien simple et il ne faut pas compter outre mesure sur son efficacité. Si une telle disposition avait un effet préventif, ce serait tout ce qu'on peut en attendre;

2° D'organiser le secours, non pas aux *filles enceintes*, mais aux *filles nourrices*. C'est, en somme, revenir à l'esprit de la loi du 28 juin 1793 : « Titre II. Article 4. — Toute fille qui déclarera vouloir allaiter elle-même l'enfant dont elle est enceinte et qui aura besoin des secours de la nation, aura le droit de les réclamer. Etc. » Les *secours temporaires* ont la consécration légale (Laurent); ils existent et il n'y a qu'à les étendre. L'allaitement maternel est le réel relèvement de la fille-mère; l'État ne peut hésiter à prendre le rôle moralisateur que les Sociétés dévotes refusent. L. Pénard conseille avec raison d'étendre le secours de l'État aux ménages réguliers chargés d'enfants; la commune peut y prendre sa part.

3° De pourvoir le plus sûrement possible au placement des enfants des hospices hors de l'établissement et même hors de la ville, à la campagne, dans des ménages peu fortunés, mais de bonne réputation. « *Arrêté du Directoire exécutif du* 30 ventôse an V. Art. 1er : — Les enfants abandonnés.... ne seront point conservés dans les hospices où ils auront été déposés, excepté en cas de maladie empêchant le transport, etc. — Article 2 : — Les Commissions administratives des hospices... sont spécialement chargées de les placer chez des nourrices ou autres habitants des campagnes, etc. » Qu'était-il besoin de décréter les tours? Mais l'homme de 1811 se figurait que cette machine allait lui procurer des soldats.

Le nombre des enfants assistés est actuellement de 60,000, dont 3,000 aux hospices et 57,000 à la campagne.

Bibliographie. — Delpech, Guérin (J.), etc. *Sur l'allaitement artificiel* (Acad. méd., 1880). — Fauvel (H.). *Sur les altérations du lait dans les biberons* (Acad. scienc., 16 mai 1881). — Parrot (J.). *La pédiatrique et l'évolution de l'enfant* (Rev. de méd., I, p. 24, 1881). — Gibert. *VIe rapport du dispensaire pour enfants malades*. Havre, 1881. —

Jacobi (Abraham). *Infant feeding and infant foods.* Philadelphia, 1882. — Martin (A.-J.). *La protection des enfants du premier âge* (Gazette hebdomad., n° 7, 1882). — Roussel (Th.). *Protection des enfants du premier âge* (Bull. Acad. méd., p. 152, 1882). — Tarnier. *L'allaitement* (Académ. méd., 26 septembre 1882). — Du même. *L'hygiène à la Maternité* (Progrès médical, 1er juillet 1885). — Parrot (J.). *La nourricerie des Enfants-Assistés* (Acad. méd., 25 juillet 1882). — Marjolin. *Sur les améliorations à établir dans les hôpitaux d'enfants* (Acad. méd., 29 août 1882). — Gille. *La Société de charité maternelle de Paris.* Paris, 1883. — *Enquête sur les enfants abandonnés* (Journal officiel de la Républiq. franç., février 1883). — Uffelmann (J.). *Ueber die in fremder Pflege untergebrachten Kinder vom Standpunkte der öffentlichen Gesundheitspflege* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflge, XV, p. 1, 1883). — Pettenkofer (Max v.). *Zur Statistik der Kost-oder Halte-Kinder* (Archiv f. Hyg., I, p. 49, 1883). — Lunier et Foville. *L'hospice des Enfants-Assistés de Paris* (Ann. d'hyg., IX, p. 476, 1883). — Deshayes (C.). *Considérations sur la mortalité des enfants du premier âge dans la ville de Rouen* (Gaz. hebdomad., p. 659, 1884). — *L'allaitement artificiel et la loi de protection des enfants dans le Calvados* (Gaz. hebdomad., 2 janvier 1885). — Baginsky (A.). *Die Kost-und Haltekinder in Berlin* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XVIII, p. 337, 1886). — Coni (E. R.). *Causes de la morbidité et de la mortalité de la première enfance à Buenos-Ayres.* Buenos-Ayres, 1885. — Blache (R.). *Les crèches au point de vue de l'hygiène* (Congrès internat. d'hyg. à La Haye, 1887). — Bertin-Sans (E.). *La question des Tours* (Montpellier médical, VIII-IX, 1887). — Hayem et Lesage. *De la diarrhée verte chez les enfants du premier âge* (Acad. méd., 25 octob. 1887).

B. — Deuxième enfance.

Le *sevrage* termine la première enfance. C'est l'abandon de l'allaitement pour une nourriture solide, se rapprochant de celle des adultes. Ce passage doit se faire entre la première et la seconde année, un peu plus tôt ou un peu plus tard selon l'état de santé et le développement du jeune sujet; l'état de la dentition est surtout à consulter. Il est bien entendu que la transition ne saurait être brusque et qu'on a graduellement préparé la cessation de l'allaitement en entrecoupant celui-ci, depuis quelques semaines, de potages, d'œufs, etc.

Les règles d'hygiène relatives à la première enfance, sauf ce qui concerne l'alimentation, ne sont guères à modifier pour la seconde. La pureté de l'air, l'usage de vêtements de laine, la propreté corporelle, les bains, sont toujours les conditions auxquelles est attachée la santé de l'enfant. Il possède, en plus que précédemment, la mobilité spontanée et peut faire de l'exercice sous abris ou en plein air; dans les deux cas, en protégeant l'enfant contre les influences fâcheuses du sol ou de la météorologie, il est indispensable de laisser à ses mouvements la plus parfaite liberté. Les marmots, instinctivement, se roulent beaucoup plus qu'ils ne marchent; on ne les contrariera pas en ceci, car la marche et la seule station debout, prolongées, leur sont nuisibles.

A cet âge, les parents aisés chargent volontiers les domestiques de surveiller et de soigner leurs enfants; c'est une confiance imprudente. D'autres les remettent à des religieuses, qui pétrissent de sottises leur jeune imagination.

Jouets d'enfants. — Les jouets occupent une grande place dans l'existence, à ce moment et plus tard, dans les classes pauvres, aussi bien que chez les heureux de la société. Ce genre de consommation éveille pourtant les soucis de l'hygiène, comme le font d'autres objets. Le point inquiétant

est la *coloration* de ces jouets, qui se fait très communément, si l'on n'y veille, avec des couleurs toxiques. Nous avons indiqué (p. 996) les substances interdites pour la coloration des bonbons. Elles le sont aussi pour les jouets. Il ne faut laisser aucun composé de plomb ou d'arsenic entre les mains des enfants, qui portent tout à la bouche. Ç'a été l'avis du Comité consultatif, qui, en revanche, a maintenu l'innocuité de l'oxyde de zinc, incriminé par les Allemands, peut-être parce que cet oxyde est très employé dans la fabrication française. Cependant, pour permettre à nos fabricants de lutter contre l'invasion des produits étrangers, le gouvernement a permis (5 août 1887) l'emploi, pour colorier les jouets d'enfants, du vermillon, du chromate de plomb et même de la céruse, à la condition d'être incorporés à du vernis à l'alcool ou du vernis gras.

Il est fort inutile, et souvent dangereux, de commencer à cette époque l'instruction des enfants selon les procédés pédagogiques usuels ; l'excitation cérébrale et l'immobilité physique sont intolérables à ces petits êtres. Mais rien n'empêche qu'à partir de l'âge de quatre ans on leur donne, en jouant, des *leçons de choses*, sans lire, écrire ni dessiner. C'est là l'idée de Frœbel : « étendre en jouant le cercle de l'observation des enfants ». Les jardins Frœbel (*Kindergärten*) ne sont pas autre chose que des salles d'asile, à côté desquelles il y a réellement un jardin. Une directrice qui a les sentiments maternels et l'instinct des aptitudes de l'enfance peut tirer un excellent parti de cette méthode. Il semble que, pour cela, elle doive elle-même être une mère de famille.

Il ne faut pas oublier, dans la pratique des jardins d'enfants, que la liberté d'allures et les ébats spontanés des marmots, si dénués de sens qu'ils soient, ont encore plus de prix que les notions que l'on peut leur inculquer ; le jeu même n'a plus de charme pour eux dès qu'ils y remarquent une direction étrangère et une intention de leçon. Le jardin Frœbel ne peut être manié que par des gens d'un extrême bon sens. On a probablement, en Allemagne, dévié en pratique de l'intention primitive; car, au Congrès de Dresde (1878), le *Gymnasialdirector* Alexi parlait fort amèrement des jardins Frœbel et assurait que les enfants sortis de là fléchissent plus rapidement que les autres sous la vie scolaire réelle ; le principe même d'*instruire en jouant* lui semble sujet à critique, si ce n'est pas une contradiction flagrante.

En France, les *écoles maternelles* ont remplacé les *salles d'asile*. J. Rochard reproche à celles-ci de n'avoir été que des *garderies*, dans lesquelles les familles plaçaient les enfants pour s'en débarrasser. Je reprocherai aux autres d'être des *écoles*. On ne trouve, d'ailleurs, pas de maîtresses capables de diriger un pareil enseignement.

Les enfants des deux sexes y sont reçus de deux ans à six ans, et divisés par âge en trois sections. L'enseignement (!) comprend : 1° des jeux et des mouvements gradués et accompagnés de chant ; 2° des exercices manuels ; 3° les premiers principes d'éducation morale ; 4° les connaissances les plus usuelles ; 5° des exercices de langage, des récits ou contes ; 6° les premiers éléments du dessin, de la lecture, de l'écriture et du calcul.

C'est-à-dire que le surmenage scolaire commence le plus tôt possible. J'aimerais mieux pas d'enseignement du tout, sauf celui de la *propreté*, qui préparerait bien à la morale.

L'*école enfantine*, qui est un intermédiaire entre la précédente et l'école primaire, reçoit les deux sexes, de six à huit ans. Elle commence, en réalité, à donner l'instruction primaire, obligatoire depuis la loi du 28 mars 1882.

Dans l'une et l'autre de ces écoles, il importe, selon le judicieux précepte de Javal, d'habituer les élèves aux ablutions sans éponge, au lavabo à eau courante et non dans un baquet; de surveiller les vêtements, la bouche et la tête des enfants.

ARTICLE III

LE GROUPE SCOLAIRE.

L'importance de l'hygiène scolaire résulte de la situation assez anormale et pleine de périls que l'éducation scientifique ou littéraire crée aux jeunes individus. A un cerveau inachevé, l'on demande un travail déjà soutenu; à un corps en voie de développement, on impose l'immobilité et la vie en commun; à des organes encore délicats, impressionnables, on offre un exercice continu qui, à la moindre occasion, devient une sollicitation excessive. Diverses déviations dans le développement, divers troubles organiques ou fonctionnels, des maladies même, peuvent être et sont parfois la conséquence des conditions dans lesquelles l'enfant a traversé cette phase de l'existence, absolument propre à notre espèce et que, néanmoins, dans l'état actuel des sociétés, nul ne peut songer à supprimer ni amoindrir, au moins au point de vue du but.

Le groupe scolaire semble pouvoir être réparti en trois échelons qui se hiérarchisent par l'âge, comme pour l'hygiène :

1° *École primaire, lycées, collèges* (classes inférieures);

2° *Écoles normales, écoles professionnelles, lycées* (classes supérieures);

3° *Enseignement supérieur.*

Nous envisagerons surtout l'école primaire. Les règles générales qu'elle comporte sont applicables aux autres degrés.

A. **Les bâtiments scolaires.** — Il faut choisir, pour l'école primaire, un *emplacement* à la périphérie de la ville plutôt que dans le centre, et, dans tous les cas, libre dans une large étendue, éloigné du bruit et du mouvement industriel et commercial. On est, naturellement, plus à l'aise, sous tous ces rapports, quand il s'agit d'une école de village; encore est-il bon qu'elle ne soit pas entre deux maisons accolées à ses flancs. Les grandes bâtisses et même les arbres trop élevés ne doivent pas porter ombre sur la maison scolaire.

Le *sol* doit être un peu élevé, sec. Sinon, il sera drainé, remblayé de graviers, et des sous-sols d'une certaine hauteur (3 à 4 mètres) isoleront le rez-de-chaussée où sont les classes. C'est surtout dans l'enfance que l'humidité favorise la scrofule. On usera, s'il le faut, de l'aire et des plaques d'isolation (voy. p. 514).

L'*espace* devra suffire non seulement aux bâtisses scolaires, mais encore à l'installation de *promenoirs* ou *préaux couverts*, d'un *gymnase*, d'une *cour*. Varrentrapp estime que la place réservée pour les jeux doit comporter 3 mètres carrés par élève, ou 600 mètres carrés pour 200 élèves. A la campagne, où le terrain est peu cher, il conviendra de ménager un jardin, où se donneront d'utiles leçons d'horticulture, d'agriculture, de botanique élémentaire. Javal demande, dans tous les cas, au moins 500 mètres.

On y assurera l'approvisionnement d'eau.

La *façade* principale de l'école ne sera pas tournée vers l'ouest, dont la chaleur et la lumière sont désagréables et d'où soufflent les vents du mauvais temps, dans nos régions. Tout le monde est à peu près d'accord sur ce point. Hors de là, les opinions sont fort divergentes, et nous en reportons la discussion à l'*orientation de la classe*, qui est le point capital.

Les classes, sauf celles de dessin, sont d'ordinaire placées au *rez-de-chaussée*. Mais il faut que ce rez-de-chaussée n'en ait pour ainsi dire que le nom et qu'il soit élevé de 1 à 2 mètres au-dessus du niveau du sol; s'il y a un sous-sol, il aura 1 à 2 mètres d'émergence et ne s'enfoncera guère de plus d'un mètre. Ces classes doivent être planchéiées et non carrelées ou revêtues de ciment. Le plancher peut être du parquet ou mieux du bois blanc traité par l'huile de lin bouillante. On peint les murs à l'huile, en couleur verte ou jaune pâle. Nous aimerions mieux le badigeonnage à la chaux. Dans tous les cas les papiers de tenture sont exclus.

Le *toit*, ni trop plat ni trop incliné, peut être recouvert d'ardoises ou de tuiles ; les plaques métalliques nous paraissent moins recommandables, comme étant des corps bons conducteurs ; mais on peut supprimer cette conductibilité en introduisant une couche de scories entre deux parois de métal. Wiel et Gross proposent pour le toit la forme en dents de scie (*Shedsystem*, *Sägedach*), couramment adoptée dans la construction des ateliers, mais qui n'est pas encore entrée, que nous sachions, dans l'architecture scolaire, où il ne paraît pas certain, d'ailleurs, qu'elle soit supérieure aux autres. Ses avantages seraient l'arrivée de la lumière par en haut, ce qui est une direction assez naturelle ; mais elle entraînerait probablement à supprimer les fenêtres latérales, ce qui est lugubre et peu favorable à une large ventilation. La figure 250 peut donner une idée de ce que serait cette conception réalisée. Il va sans dire que les pentes raides et lumineuses (en verre dépoli) de cette sorte de toit seraient tournées vers le nord et que les élèves sur leurs bancs feraient également face au nord (Gross).

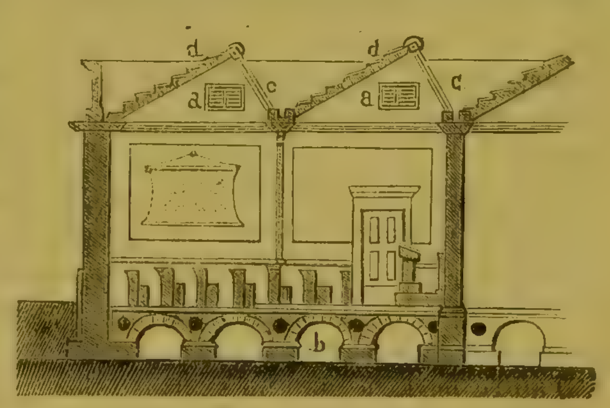


Fig. 250. — *École avec toit en scie* (*).

(*) *a a*, orifices de ventilation. — *b b*, prises d'air. — *c c*, vitres. — *d d*, couverture opaque.

Il n'est pas indispensable que les architectes se livrent à une débauche de style à propos de bâtisses scolaires, surtout quand les ornements diminuent l'accès de l'air et de la lumière. Mais il est bon que la façade et l'aspect général de la maison donnent déjà aux élèves une leçon de goût.

L'élévation du rez-de-chaussée nécessite un *escalier*. Celui-ci sera composé de quelques marches en pierre, hautes de 14 à 15 centimètres, assez larges et longeant 1 mètre 50 à 2 mètres de la façade ; elles seront à bords mousses. L'escalier sera muni d'une double main courante. La porte d'entrée doit être également large et s'ouvrir à deux battants sur un *vestibule* spacieux, pour que les enfants ne se foulent point dans leur précipitation à entrer. Le moins possible de corridors. S'il y a un étage, les escaliers seront à angles droits et non tournants.

Au bas de l'escalier et latéralement on aura fixé des *décrottoirs* de fonte ; à l'entrée du vestibule, il y aura un paillasson. Indépendamment des habitudes de propreté à faire prendre aux enfants, il y va de leur santé de garder de la boue aux semelles et d'apporter dans la classe des choses qui fourniront de l'humidité d'abord, de la poussière ensuite.

Le vestibule communiquera avec un *vestiaire*. Il possédera quelques robinets à eau pour les cas d'urgence. Lorsque des enfants doivent passer la journée à l'école et y prendre un repas, les locaux comporteront un *réfectoire* et des *lavabos* distincts.

La salle de classe. — Les dimensions en surface de la salle de classe doivent être calculées d'après le nombre et l'âge des élèves, d'après l'espace entre les sièges et les rangs de sièges, l'espace occupé par la chaire du maître, par les tableaux, le poêle, en tenant compte enfin de celui qu'il faut ménager pour la circulation autour des tables. Les dimensions cubiques dépendent de la hauteur, quand il est satisfait aux exigences des premières.

On ne peut dépasser le chiffre de 50 élèves, dans une seule salle, si l'on veut que le maître suffise à la surveillance et à l'enseignement. Ce maximum est, d'ailleurs, une garantie contre l'encombrement; il serait plutôt utile de l'abaisser. Il est clair aussi que les élèves plus jeunes tiennent moins de place et consomment moins d'air que les « grands ».

D'autre part, la salle ne saurait avoir une longueur telle que le maître n'aperçoive plus distinctement les élèves du fond ou ne puisse plus s'en faire entendre et que ceux-ci ne distinguent plus les chiffres ou les figures que le maître écrit au tableau. Au point de vue de la largeur, si l'on a adopté l'éclairage *unilatéral*, il ne faut pas que les élèves les plus éloignés des fenêtres reçoivent moins de lumière que les autres. Disons tout de suite qu'il y a une étonnante variété dans les chiffres exigés par les auteurs et surtout dans les proportions qui sont réellement en usage dans les divers pays.

On convient généralement qu'il faut à l'élève de 6 à 16 ans l'espace transversal nécessaire pour appuyer ses deux coudes sur la table, c'est-à-dire environ 60 centimètres. Perpendiculairement à cette dimension ou

ligne des coudes, la largeur de la table ou du pupitre prend de 39 à 45 centimètres; l'espace entre le bord de la table et le bord du banc doit être nul, mais est en réalité de quelques centimètres dans certains modèles; la largeur du banc ne doit pas dépasser 28 centimètres pour des enfants de 14 ans et au-dessus, si l'on veut que l'élève s'appuie au dossier même en écrivant (Fahrner, Meyer, Buchner, Varrentrapp); enfin, on comptera encore quelques centimètres pour l'inclinaison en arrière de ce même dossier, 8 centimètres environ; total 81 centimètres d'avant en arrière, lesquels, multipliés par les 60 centimètres dans le sens transversal, donnent une surface de $0^{mq},486$ ou 1/2 mètre carré, en nombres ronds.

En tenant compte des couloirs nécessaires, on arrive, pour une salle de 48 élèves, à une *largeur* de 6 mètres (petits) ou $6^{m},40$ (grands) et à une longueur de 8 mètres (petits) ou $9^{m},48$ (grands). Soit de 48 à 60 mètres carrés de surface ou, au minimum, 1 mètre carré par élève.

En France, le règlement exige 1 mètre carré de surface par élève avec $3^{m},30$ à 4 mètres de hauteur. En Belgique la surface est mesurée à raison de 64 décimètres carrés par élève; à Neufchâtel (Suisse), à peu près au même taux (6 pieds carrés). A Upsal, pour 30 élèves, on a assuré à chacun $1^{m},576$ de surface avec $4^{m},602$ de hauteur, soit un cube individuel de $7^{mc},25$. Lorsqu'il y a 40 élèves pour une salle, on porte le cubage individuel à $8^{mc},27$.

Dans le *Projet* présenté à la *Commission d'hygiène pédagogique de Saint-Pétersbourg*, Fréd. Erismann demande : une longueur de 9 à 10 mètres, une largeur de 7 mètres (éclairage unilatéral), une hauteur permettant la diffusion des gaz de la respiration et autres et l'élévation des fenêtres, c'est-à-dire 4 mètres à $4^{m},5$. Le cubage est donc de $70 \times 4 = 280$, ou de $70 \times 4,5 = 315$ mètres cubes. On suppose de 40 à 48 élèves.

La mesure de la longueur n'est limitée que par la puissance des poumons et l'acuité visuelle du maître; la largeur est, au contraire, subordonnée à la nécessité d'un parfait éclairage de tous les écoliers. Elle gagne, évidemment, à se restreindre. Aussi Em. Trélat la fixe-t-il entre $6^{m},50$ et $7^{m},20$. Il doit y avoir entre elle et la hauteur des fenêtres au-dessus des tables un rapport constant. Quant à la hauteur de la salle, elle ne saurait dépasser $4^{m},5$, sous peine d'avoir une sonorité désagréable.

Ventilation de la salle de classe. — Il résulte de ces circonstances que le cube alloué à chaque élève ne peut jamais guère dépasser 4 à 5 mètres cubes. C'est, en effet, ce dernier chiffre que l'on adopte comme maximum à peu près partout. Or, 50 élèves, dans une salle de 250 mètres cubes, auront versé en une heure 320 litres $\times$ 50 = 16,000 litres d'air expiré, à 4 p. 100 de CO^2, c'est-à-dire 40 fois plus riche encore que l'air tolérable, que l'on dit être à 1 p. 1,000 de CO^2. Pour conserver l'air total à ce taux de 1 millième de CO^2, il faudrait donc que ces 16 mètres cubes (ou 16,000 litres) fussent dilués dans 40 fois leur volume; ce qui, pour six heures de classe par jour, exigerait $16 \times 40 \times 6 = 3,840$ mètres cubes d'espace, si l'on voulait suffire à cette dilution au moyen de l'ampleur des locaux. Personne ne peut songer à résoudre ainsi le problème. A d'autres égards, d'ailleurs, « la capacité d'une salle n'influe pas sur le nombre de

mètres cubes d'air de ventilation dont il faut la pourvoir » (Ch. Herscher).

Il faut donc recourir à la ventilation. Mais installera-t-on des appareils automoteurs, ou se contentera-t-on de l'ouverture intermittente des fenêtres? La plupart des auteurs choisissent ce dernier mode, et nous nous rangeons à leur opinion avec d'autant plus d'empressement que nous avons cherché à faire prévaloir la même idée dans l'article général VENTILATION (page 570). Il est utile, sans doute, que l'on fasse servir le chauffage à la ventilation par quelqu'un des procédés qui ont été étudiés précédemment; que l'on ménage des ventouses au plafond, que l'on installe des fenêtres à bascule ou à guillotine, pouvant évacuer de l'air par en haut, des toiles métalliques ou des vitres perforées. En général, cependant, ces artifices donneront plutôt des courants d'air froid qu'une véritable ventilation; quant à la solidarité du chauffage et de la ventilation, elle aura les mêmes inconvénients ici qu'ailleurs. Reste l'ouverture intermittente des fenêtres, qui nous paraît d'une supériorité incontestable et très facile à pratiquer.

Beaucoup de salles de classe sont fort mal construites; mais, même dans des établissements qui se sont efforcés d'appliquer les principes modernes, Pettenkofer, Œrtel, Baring, Lang, Roscoe, ont constaté des proportions de CO^2 de 2,3 à 4,9 pour 1,000; une école protestante a offert à Œrtel de 4,1 à 5,67; le *Wilhelmsgymnasium*, de 2,3 à 5,58. Carl Breiting, opérant par des procédés d'une grande exactitude, sur une salle de $251^{mc},61$ pour 64 élèves, pourvue de $10^{mq},54$ de surface de fenêtres et porte, haute de $3^m,16$, obtint, entre l'heure du début et la fin de la classe du matin, une différence égale à celle de 2,21 à 8,11; à la fin de la journée (classe du soir) et après une leçon de chant, le second chiffre était même devenu 9,36. Ch. Herscher démontre par le calcul que, dans une classe offrant 8 mètres cubes par enfant, la viciation de 2 p. 1,000 de CO^2 est atteinte au bout d'une heure, si la salle n'a pas de ventilation continue. Les docteurs Hesse (Saxe) ont noté des proportions plus considérables encore, dans les observations sur lesquelles nous allons nous appuyer. L'hygiène a-t-elle à s'alarmer sérieusement de ces proportions croissantes de CO^2? En vérité, elle n'aurait raison de le faire que si la présence de ce gaz, à peu près inoffensif par lui-même, et des souillures organiques qui l'accompagnent, se prolongeait et n'était pas fréquemment interrompue et annulée par un balayage énergique, antipathique à la décomposition putride, comme cela peut être réalisé par l'ouverture intermittente des fenêtres et des portes. Voici, à cet égard, les observations des docteurs Hesse :

École d'Auc, le 28 novembre 1877.

La classe commence à 8 heures du matin, porte et fenêtres fermées.

	Classe A.	Classe B.	Classe C.
8 heures 45	3,5 CO^2 p. 1000	4,1 p. 1000	3,7 p. 1000

A $8^h,50$ récréation de dix minutes, que les enfants passent dehors; la porte et trois ou quatre fenêtres sont ouvertes.

	Classe A.	Classe B.	Classe C.
9 heures	0,5 p. 1000	0,6 p. 1000	0,5 p. 1000

A 9 heures on referme portes et fenêtres et l'on reprend l'instruction.

	Classe A.	Classe B.	Classe C.
9 heures 45	3,3 p. 1000	2,7 p. 1000	4,0 p. 1000

A 10 heures, récréation et ouverture des fenêtres comme précédemment.

10 heures 10.................................. Classe C : 0,4 CO^2 p. 1000

École de Schwartzenberg, le 22 mai 1877.

Après cinq quarts d'heure de classe pendant lesquels les portes et les fenêtres étaient restées fermées une heure :

	Classe A.	Classe B.	Classe C.
8 heures 15 (matin).	3,9 p. 1000	4,7 p. 1000	3,9 p. 1000

A 8h,45, avec une proportion de CO^2 incertaine, mais probablement plus élevée encore, les salles sont évacuées pendant cinq minutes et toutes les portes et fenêtres ouvertes :

	Classe A.	Classe B.	Classe C.	Classe D.
8 heures 50	0,4 p. 1000	1,5 p. 1000	1,1 p. 1000	0,5 p. 1000

(Les classes B et C n'ont de fenêtres que d'un côté).

Deuxième école (Bürgerschule) *de Zittau*, 20 juin 1878.

Les observations sont faites dans l'après-midi. Dans la salle A, en raison de la défectuosité du local, on a laissé ouvert un battant de la fenêtre opposé à la porte ;

	2 h. 5	2 h. 50	3 h. 4	3 h. 55
CO^2	1,4 p. 1000	3,8 p. 1000	»	3,7 p. 1000

Dans la salle B, les portes et les fenêtres ont été tenues fermées de 2 heures à 2h,55 ; à ce moment, une récréation de dix minutes (de 2h,55 à 3h,5) permet d'évacuer la salle et d'ouvrir portes et fenêtres. On reprend les exercices de 3h,5 à 3h55, tout fermé ;

	2 h. 5	2 h. 50	3 h. 4	3 h. 55
CO^2	1,6 p. 1000	4,1 p. 1000	0,6 p. 1000	2,9 p. 1000

Dans la salle C, les portes et les fenêtres sont restées fermées en permanence :

	2 h.5	2 h. 50	»	3 h. 55
CO^2	1,0 p. 1000	2,9 p. 1000	»	4,3 p. 1000

Les auteurs concluent de là, légitimement, que pour les écoles de village, et peut-être pour toutes les écoles qui ne possèdent pas de ventilation artificielle, il faut recommander de faire une pause de dix minutes en été, de cinq minutes en hiver, après chaque heure de classe. Pendant cette suspension, les élèves quitteront la salle et l'on ouvrira largement portes et fenêtres.

Il résulte de cette nécessité que toute école doit être pourvue d'un promenoir couvert, pour que le mauvais temps ne dispense pas de l'aération. Le promenoir couvert peut être simultanément un gymnase.

La ventilation par les fenêtres réussissant d'autant mieux qu'il y a des fenêtres opposées, il semble que l'éclairage unilatéral ne s'y prête pas bien. Mais, dans le cas d'un semblable éclairage, on ménage dans le mur opaque une large ventouse fermée par un volet, que l'on ouvre en même temps que les fenêtres. Dans le système proposé par Ém. Trélat, en regard de la baie d'éclairage il y a une baie tout aussi large, s'ouvrant au midi ; elle est fermée par des volets opaques pendant la classe et largement ouverte pendant la récréation ; l'air et les rayons du soleil affluent dans la salle.

A l'école Monge (architecte Degeorge), l'air chauffé par les calorifères

arrive par la partie supérieure de la salle ; des bouches d'appel en bas servent à la sortie de l'air. En été, quand les calorifères ne fonctionnent plus, un petit foyer additionnel assure l'extraction de l'air vicié. Il vaut mieux faire entrer l'air par en bas, en le chauffant légèrement, en hiver, par son passage sur des tuyaux d'eau chaude ou de vapeur, selon le système appliqué par Geneste-Herscher au petit lycée Condorcet (Voy. p. 657).

Éclairage. — Il s'agit d'abord de l'éclairage *naturel*. Tout le monde convient qu'il faut aux écoliers beaucoup de lumière et une lumière inoffensive ; mais on n'est pas tout à fait d'accord, en France du moins, sur la manière de satisfaire à cette double exigence. La difficulté est sur le mode d'introduction et d'arrivée de la lumière (Voy. *Éclairage*, CHAP. III, Ire PARTIE, p. 664).

La lumière en face est gênante et rejetée par tous. La lumière arrivant par derrière provoque des ombres sur les papiers et les livres ; pour éviter ces ombres, les enfants s'inclineraient, se tordraient, dans un sens ou dans l'autre. La lumière venant d'en haut serait acceptable, puisque c'est ainsi que nous la recevons une bonne partie du temps, lorsque nous prenons connaissance de la forme des objets dans la nature ; mais, en projetant l'ombre de la tête des écoliers sur le papier (É. Trélat), elle serait fort gênante pour les exercices d'écriture et de dessin *linéaire ;* le mode de construction qui comporterait cet éclairage exige le toit en scie et un rez-de-chaussée sans étage. Reste l'*éclairage latéral*.

En Allemagne, d'une façon à peu près unanime (Reclam, Varrentrapp, Erismann, Gross, Fahrner, Cohn, Zwez, Wiel et Gnehm), on s'est prononcé pour l'éclairage *unilatéral*, qui est le plus propre à donner une idée exacte de la forme des objets, qui n'admet pas des jeux d'ombre et de lumière changeants et fatigants, et que les artistes (peintres, sculpteurs) adoptent constamment. C'est encore ce mode que défend Émile Trélat, en France. Pourtant, une ordonnance de 1861, à Zurich, donnait la préférence à l'éclairage bilatéral ; quelques partisans de l'éclairage unilatéral admettent encore, lorsque la salle est profonde et que le voisinage de hautes bâtisses gêne l'accès de la lumière, l'éclairage par derrière les élèves, d'ailleurs fort gênant pour le maître qui le reçoit en face. En France, Gariel et Javal soutiennent contre Ém. Trélat l'éclairage *bilatéral*. De toutes les raisons apportées à l'appui de ce système, il en est une qui touchera tous les hygiénistes, c'est la nécessité d'une lumière abondante. Mais, heureusement, il est possible d'obtenir cette lumière abondante tout en installant l'éclairage unilatéral, si conforme aux besoins de l'éducation de la vue, si agréable, et par conséquent si salubre. Nous ne parlons pas de l'*éclairage différentiel*, qui est un bilatéral plus intense d'un côté que de l'autre. Cet éclairage, appliqué par Ferrand et Tollet à l'école Château-Landon, a paru si mauvais que tout le monde le désavoue.

Dès que l'on a accepté le principe de l'éclairage unilatéral, il ne saurait y avoir d'indécision entre l'arrivée par la droite ou par la gauche ; c'est par ce dernier côté que l'on éclaire l'école. La lumière qui arrive par la droite projette l'ombre de la main sur les lignes que l'élève trace sur le papier.

Dans les conditions que nous préférons, la physionomie de la classe est celle que l'on voit en perspective dans la figure 251.

Pour rendre la lumière encore plus sûrement inoffensive, on s'efforce de l'avoir *égale*. Ici, encore, on convient que l'unique moyen, dans nos contrées, d'obtenir une lumière égale, c'est de la recevoir du nord, d'où ne viennent jamais de rayons solaires, par conséquent pas de lumière violente, obligeant élèves et maîtres à lutter incessamment contre elle à l'aide de stores, de rideaux, etc. Personne n'a plus formellement posé ce principe qu'Émile Trélat. Reclam lui-même admet que l'on peut incliner légèrement la façade vitrée vers l'est ou vers l'ouest, faisant remarquer (ce qui n'est pas constamment exact) que le soleil levant a déjà tourné la façade, quand

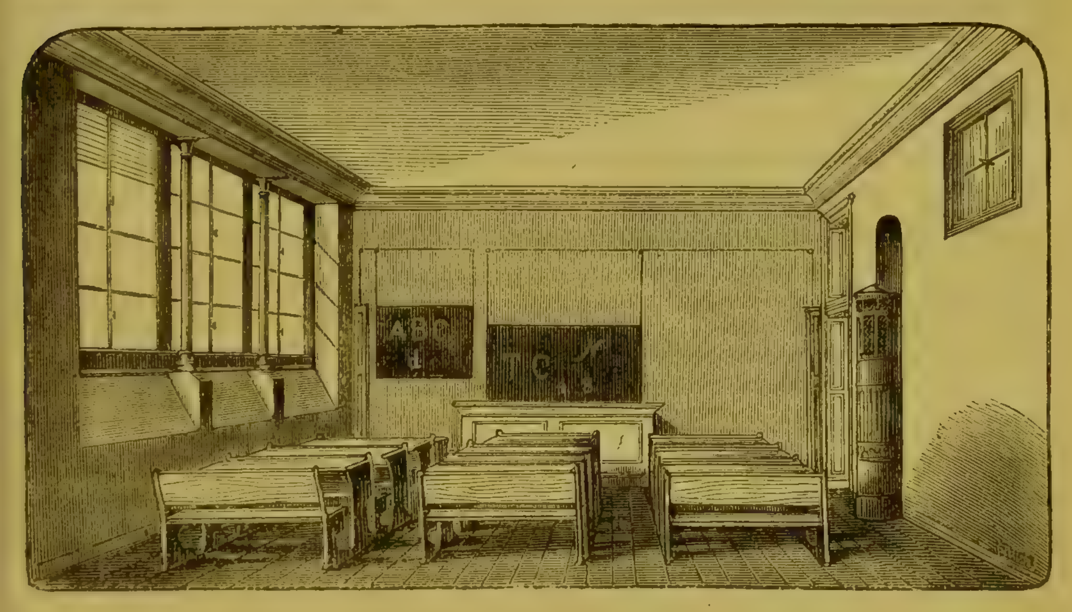


Fig. 251. — *Perspective de l'intérieur d'une salle de classe.*

les élèves entrent à l'école, ou que le soleil couchant n'y est pas encore quand ils la quittent. Wiel et Gnehm demandent une tout autre exposition que le nord et l'ouest, sous l'étrange prétexte que la lumière du matin et de midi, réfléchie par les maisons d'en face, est singulièrement fatigante ; il est toujours gênant d'avoir des maisons en face de l'école, mais, s'il y a quelque chose de plus aveuglant que la lumière réfléchie, c'est la lumière solaire directe. Javal veut que le grand axe de la salle soit du N.-N.-E au S.-S.-O, c'est-à-dire se rapprochant de la direction méridienne ; comme, d'autre part, cet auteur se rattache à l'éclairage bilatéral, les écoliers, dans son système, subiraient le plus exactement possible toutes les variations de la lumière solaire en même temps que les rayons entrecroisés du double éclairage. On comprendrait que cette insolation fût réclamée au nom de l'hygiène générale et non pas au nom de l'hygiène de la vue, qu'elle semble si fort compromettre.

Quant à l'hygiène générale, elle n'est pas compromise, si l'on prend la précaution de pratiquer sur la paroi de la salle exposée au midi une baie tout aussi grande que celle des fenêtres ; cette baie, obturée par des volets

opaques pendant les classes, sera ouverte pendant les récréations, et l'intérieur se trouvera suffisamment ensoleillé (Ém. Trélat). Reclam fait remarquer que la salle d'école n'est pas une *habitation* et n'est pas soumise aux mêmes règles d'ensoleillage. D'ailleurs, il s'est assuré par une expérience personnelle que les chambres exposées au nord se peuvent assainir par un chauffage continu (nuit et jour) et une aération permanente.

Le système que l'on aura choisi pour l'éclairage diurne de la salle règle l'orientation de la maison d'école même. Aujourd'hui que l'on réunit volontiers en un *groupe scolaire* l'école maternelle, l'école des garçons et celle des filles, il est difficile que toutes les salles de classe soient bien orientées. Aussi les villes donnent-elles le terrain qu'elles ont disponible, et les architectes bâtissent dans le sens auquel le terrain se prête le mieux, sans s'occuper des points cardinaux.

L'*abondance* de la lumière est subordonnée à la surface et à la disposition des fenêtres. En général, on demande que la surface vitrée soit égale au quart ou même au tiers de la surface du plancher. Dans l'école modèle d'Erismann, les fenêtres, au nombre de quatre, auraient une largeur de 1^{m},20; elles seraient ainsi disposées en hauteur :

Du sol à l'appui de la fenêtre	0^{m},90
Hauteur de la fenêtre	3 ,20
Au-dessus de la fenêtre	0 ,40

Dans ces conditions, quatre fenêtres occupent 14^{mq},6 de surface et, déduction faite des châssis, 12^{mq},2 de surface vitrée, environ 26 décimètres carrés par élève (la surface de plancher étant de 62^{mq},04, et la population 42 élèves). Les trumeaux prennent de 30 à 40 centimètres dans le milieu de la salle et 1 mètre aux extrémités. Reclam propose de réduire le plus possible ces trumeaux en les remplaçant par des piliers et en construisant des fenêtres gémellées (Voy. fig. 251). Ém. Trélat ne calcule point le rapport de la surface vitrée à la surface du plancher ; mais il est clair qu'il le veut le plus grand possible, puisqu'il supprime tous les trumeaux et ramasse toute la section de l'éclairage en une seule baie, qui comporte des *meneaux* en aussi grand nombre qu'il est nécessaire. La largeur de la salle règle la hauteur du *linteau* des baies d'éclairage ; ce linteau devra se trouver à une hauteur *minima* égale aux 0,60 de la profondeur de la classe, augmentée de l'épaisseur du mur où sont placées les fenêtres. Pour une salle de 7^{m},10 de profondeur, close d'un mur de 0^{m},50, la hauteur du linteau au-dessus du parquet sera $7{,}60 \times 0{,}60 = 4^{m}{,}56$. — L'*appui* des baies sera placé au-dessus du parquet à une hauteur *maxima* telle que les rayons lumineux plongeant à 45° et frisant l'arête de cet appui, atteignent les extrémités voisines des tables. Cette hauteur dépend alors de la largeur du passage le long du mur et de la hauteur des tables; pour un passage de 0^{m},60 et une hauteur des tables égale à 0^{m},70, l'appui sera placé à $0{,}60 + 0{,}70 = 1^{m}{,}30$ au maximum. Erismann demande 1 mètre. Les appuis très élevés attristent l'intérieur de la salle.

La Commission de l'hygiène des écoles, de 1882, demande qu'*un œil*

placé au niveau de la table, à la place la moins favorisée, puisse voir directement le ciel dans une étendue verticale de 30 *centimètres au moins, comptée à partir de la partie supérieure des fenêtres.* Aussi le rapporteur ne voit-il pas d'inconvénient à monter le mur plein jusqu'à $2^m,50$ ou 3 mètres au-dessus du parquet. A notre avis, c'est trop peu exiger.

On a imaginé un certain nombre d'instruments, les *photomètres*, les *radiomètres*, destinés à mesurer l'intensité de la lumière qui arrive à chaque élève (Bertin-Sans, L. Weber). Quelques-uns donnent, paraît-il, de bons renseignements. Mais il faut toujours combiner ceux-ci avec la mesure de l'acuité visuelle de chacun.

Lorsque des rideaux ou des stores sont nécessaires, on les fait d'étoffe teinte en vert et généralement double. On recommande les stores qui s'élèvent plutôt que ceux qui s'abaissent ; il est préférable, en effet, de pouvoir diminuer la lumière par en bas plutôt que par en haut.

Le gaz d'éclairage paraît être à Varrentrapp le seul moyen possible d'*éclairage artificiel*, à la condition que l'on exclue les becs plats, où la combustion n'est pas parfaite, et que l'on use du cylindre de verre qui active la combustion et immobilise la flamme. Gross conseille en outre l'abat-jour, non en métal mais en papier ou porcelaine mince. Cohn n'exige qu'un bec pour 16 enfants, ce que Falk trouve encore trop généreux. Néanmoins, dans les écoles de Francfort, il y a un bec pour 5 à 8 élèves. Dans certaines écoles anglaises, le tube d'aspiration au-dessus du bec est composé de tubes concentriques (Riant) ; le tube inférieur sert de tuyau de fumée et porte au dehors les gaz de la combustion : l'espace annulaire entre celui-ci et le tube extérieur fait l'office d'une cheminée d'appel et évacue l'air vicié de la salle. Il ne faut pas oublier que l'éclairage au gaz augmente la proportion de CO^2. Vernois a fixé à $1^m,30$ ou $1^m,50$ la distance entre le réflecteur et la table, nécessaire pour que la tête de l'enfant ne s'échauffe pas et que la lumière ne soit pas incommode. Javal demande $1^m,80$ au-dessus du sol.

A la Realschule d'Upsal, on a disposé, au moyen de becs de gaz et de réflecteurs, un éclairage artificiel *unilatéral*, qui reproduit assez exactement l'éclairage diurne (Riant). La lumière électrique permet de développer ce système.

Chauffage. — On choisira, selon les besoins et les convenances, l'un des systèmes ou appareils précédemment décrits (page 630 et suiv.). Les poêles représentés dans les fig. 139 et 140, le microsiphon, les circulations d'eau ou de vapeur, nous paraissent spécialement recommandables.

Latrines scolaires. — Il faudra avoir ménagé, dans les maisons d'école où les élèves ne passent pas la nuit, à une petite distance, mais séparés de la classe, des *latrines* et des *urinoirs* distincts. Il sera bon de pouvoir y atteindre par un passage couvert. Les latrines proprement dites seront de petits cabinets (1 pour 25 à 30 élèves) absolument séparés et munis d'une porte ; à Lille, dans plusieurs écoles, la porte ne descend pas, en bas, jusqu'au sol, et ne va pas, en haut, jusqu'au plafond ; de telle sorte que le

maître puisse toujours voir la tête et les pieds de l'enfant. Ces cabinets seront l'objet des mesures d'assainissement indiquées dans la Ire Partie. Une question qui peut être discutée ici est celle de savoir s'il vaut mieux adopter le système *à la turque* ou disposer des cabinets *à sièges* sur lesquels les visiteurs ne montent pas, mais s'asseyent. Kuby, en étudiant les modèles exposés à Paris en 1878, remarque que la coutume la plus générale, en France, paraît être le cabinet sans siège, avec un trou dans la dalle, correspondant à la fosse; ce lui paraîtrait un système arriéré, vis-à-vis de ce qui se passe en Allemagne, s'il ne devait reconnaître que la propreté est facile à entretenir, à l'aide de lavages, lorsqu'il n'y a autre chose que ce trou, dans un dallage en pente, et que les parois du cabinet sont revêtues de carreaux vernissés. Cette réflexion est juste ; mais il est avéré que, dans ces conditions, les enfants comptent beaucoup trop sur les lavages en question et que les matières s'étalent un peu sur toute la surface des dalles en attendant ce lavage, qui ne se fait pas toujours à temps. On a pensé, en France également, qu'il vaudrait mieux inspirer de bonne heure aux enfants le sentiment de la propreté, dans l'accomplissement de cette fonction, qui menace tant la salubrité des habitations collectives. E.-R. Perrin réclame pour les latrines scolaires le siège propre, ciré, sur lequel on s'assied. Nous partageons cet avis d'autant plus complètement que nous avons pu nous assurer que ce mode est pratiqué dans les écoles primaires de Lille, sans difficulté sérieuse et au grand avantage de tout le monde. A l'École Monge, le siège n'est que le bord supérieur d'un tuyau à coupe elliptique, que le visiteur surmonte d'une couronne en bois, de 4 à 5 centimètres de large ; l'élève est donc dans l'imposssibilité d'y mettre les pieds et est forcé de s'asseoir à califourchon.

Les urinoirs doivent être en marbre, en ardoise, en fonte émaillée, et être irrigués d'un filet d'eau en permanence.

Bains. — Dans les écoles qui ont des pensionnaires, il faut une salle de bains et quelques baignoires. Les écoles de tout degré doivent profiter des bains de piscine et des écoles de natation qui peuvent exister dans la localité. Nous avons montré (page 838) qu'il n'est point très difficile d'introduire à l'école la pratique des *bains-douches*. Le lycée de Vanves a sa *piscine de natation;* c'est une installation à donner à tous les lycées extérieurs.

B. **Le mobilier scolaire.** — C'est le mobilier scolaire, quand il est mauvais, comme était l'ancien, qui est surtout coupable des *déformations* et de la *myopie*. Un banc trop bas avec une table trop haute pour la taille de l'enfant l'oblige à s'incurver avec torsion du tronc sur son axe, par exemple dans l'attitude de la fig. 252 (Grey). Une table trop basse le force à incliner la face sur le papier et l'habitue à regarder de près. Un écartement exagéré entre la table et le banc agit dans le même sens. L'absence de dossier favorise la flexion du tronc en avant et l'affaissement en masse. Si les pieds de l'élève ne reposent pas sur un marche-pied approprié à la longueur de ses jambes, il se fatigue et s'habitue encore à des attitudes défectueuses.

Les études de Fahrner, Frey, Kunze, Guillaume, Varrentrapp, Cohn, Liebreich, Dally, etc., ont fait adopter les règles suivantes :

1° *Tables et bancs* mobiles ou tables-bancs inséparables, à un petit nombre de places (2 à 4, 3 à 6), assurant 60 centimètres à chaque élève, dans le sens bilatéral. La table elle-même (pupitre) doit avoir une partie antérieure horizontale, de 10 à 11 centimètres de largeur, et une inclinée du côté de l'élève, large de 36 à 37 centimètres. L'inclinaison est de 15 (Dally) à 20 degrés (Liebreich). Le banc doit être assez large pour que les trois cinquièmes postérieurs de la longueur des cuisses y repose, 23 à 28 centimètres.

2° *Les dimensions totales et les dimensions de chaque partie des tables-bancs doivent varier selon la taille des enfants.* Nous donnerons tout à l'heure un aperçu d'ensemble des rapports le plus généralement adoptés pour chacune des neuf grandeurs que l'on admet. Des mesures très nombreuses (Fahrner, Cohn, Zwez) ont établi que le siège doit être au-dessus du sol d'une hauteur égale aux 2/7 de la taille de l'élève.



Fig. 252. — *Attitude vicieuse en écrivant sur une table trop haute.*

3° Un point très important consiste à observer exactement la *différence* de hauteur entre la table et le siège. Cette différence est indiquée par l'intervalle entre le banc et les coudes, lorsque l'élève est assis, les bras le long du corps. On augmente le chiffre obtenu de quelques centimètres parce que l'élève porte les coudes en avant et les relève dans l'acte d'écrire. Par rapport à la taille, cette différence doit être de 17,59 à 18,3 pour les garçons et de 16,6 à 17,7 pour les filles, que leurs jupons épais élèvent quelque peu au-dessus du siège (Fahrner).

4° *Entre la table et le banc*, *il faut*, ainsi que Fahrner l'a montré le premier, *que la distance horizontale soit nulle*, c'est-à-dire que la perpendiculaire abaissée du bord de la table rencontrera le bord du banc. La figure 253 représente précisément le modèle dans lequel Fahrner a réalisé cette exigence. Depuis, Cohn, Falk, ont même voulu que la distance fût *négative*, c'est-à-dire que le bord du banc s'avançât sous la table, de 2 centimètres et demi, suivant eux, de 5, 6 et même 7 centimètres, selon Buchner, Hermann, Parow. Dans ces dernières conditions, surtout si les tables sont à plus de deux places, l'élève peut être gêné pour se lever, pour entrer à sa

place et en sortir. C'est en prévision de cette difficulté que Cohn a imaginé, pour les écoles primaires de Breslau, une table dont la moitié antérieure peut se replier sur l'autre (fig. 254). Ailleurs la tablette du pupitre est à coulisse (mobilier Kunze, très répandu en Allemagne) ; la partie antérieure glisse sur l'autre d'avant en arrière, et, quand elle est passée, couvre l'encrier en laissant 12 centimètres d'espace (Voy. aussi fig. 256).

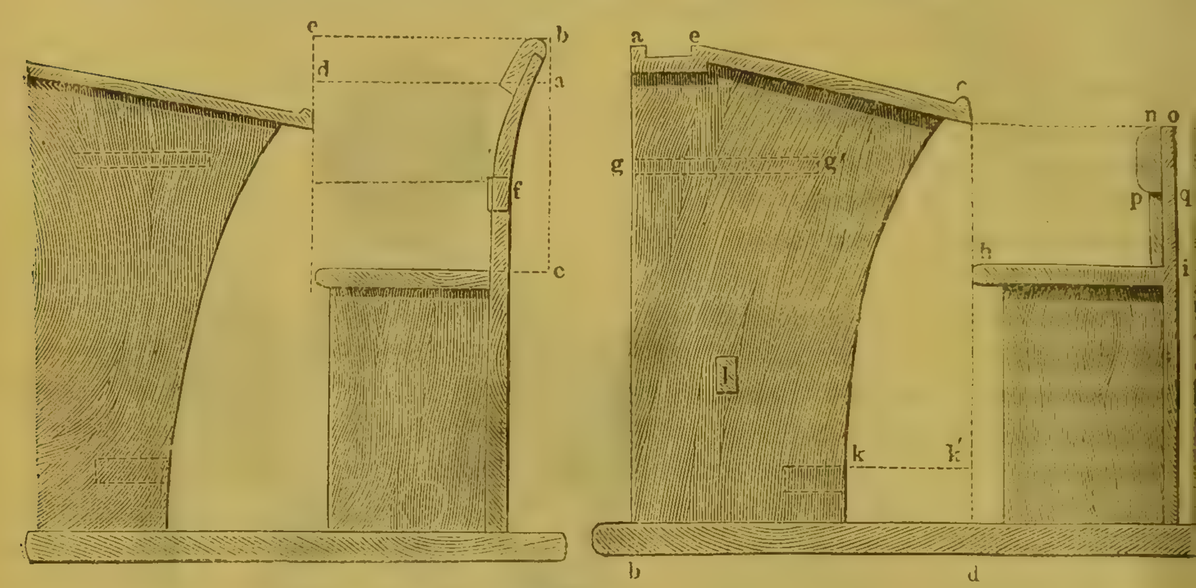


Fig. 253. — *Table-banc de Fahrner* (*).

5° Lorsque la table-banc est construite pour des grands, la hauteur du siège n'est pas telle que leurs pieds n'arrivent à reposer sur le sol, l'élève étant assis. Il n'en est plus toujours de même des petits, d'autant que pour éviter au maître la peine de se baisser trop en examinant par exemple leurs cahiers, on a l'habitude de tenir leur banc à une hauteur disproportionnée à leur taille. Pour obvier à ce que les pieds de l'enfant se balancent dans le vide, on munit la table-banc d'un marche-pied, placé à la distance du siège à laquelle devrait se trouver le sol, ou même à une distance un peu moindre. Ce marche-pied ne doit pas être une simple traverse, mais une planche large de 25 à 30 centimètres; il est avantageux de l'incliner du côté de l'enfant sous un angle de 20 à 30°. Il sera écarté de la ligne verticale passant par le bord antérieur du banc de 12 à 20 centimètres.

6° Il est regardé aujourd'hui comme impossible que les enfants gardent la position perpendiculaire ou penchée en avant pendant des heures, sans prendre des attitudes vicieuses. Il est des instants où ils n'écrivent pas, mais lisent ou reçoivent la leçon orale du maître. La nécessité d'un dossier est admise partout; on ne diffère que sur le mode d'exécution. Les uns le veulent transversal, d'autres vertical, ceux-ci en limitent la hauteur à la pointe de l'omoplate, ceux-là lui font suivre toute la longueur de la colonne vertébrale; ici il est plat ou en creux, uniformément incliné ; ailleurs sa coupe représente, du côté de l'élève, une double courbe, concave dans la

(*) *ch*, *différence* entre la table et le banc. — *hk'*, hauteur du banc. — *kk'*, éloignement du marche-pied — *io*, hauteur du dossier. — *cn*, éloignement du dossier par rapport à la table.

partie qui correspond à la région dorsale, convexe dans celle qui est en rapport avec la région lombaire (mobilier Kunze). Javal estime que ces dispositions, propres à enclaver l'élève dans son banc, sont incompatibles avec la mobilité dont cet âge a un besoin irrésistible. Il préfère un dossier qui ne soit pas notablement plus haut que la tablette à écrire. Celui de Varrentrapp (fig. 255) remplit cette condition. Staffel vante un « appui lombaire » de son invention, qui est une sorte de demi-anneau plat, convexe dans le sens vertical, concave dans le sens horizontal; il s'applique sur les reins de l'enfant en arrière et un peu latéralement. Il est clair que la colonne lombaire est bien soutenue ; mais l'encastrement à éviter se produit.

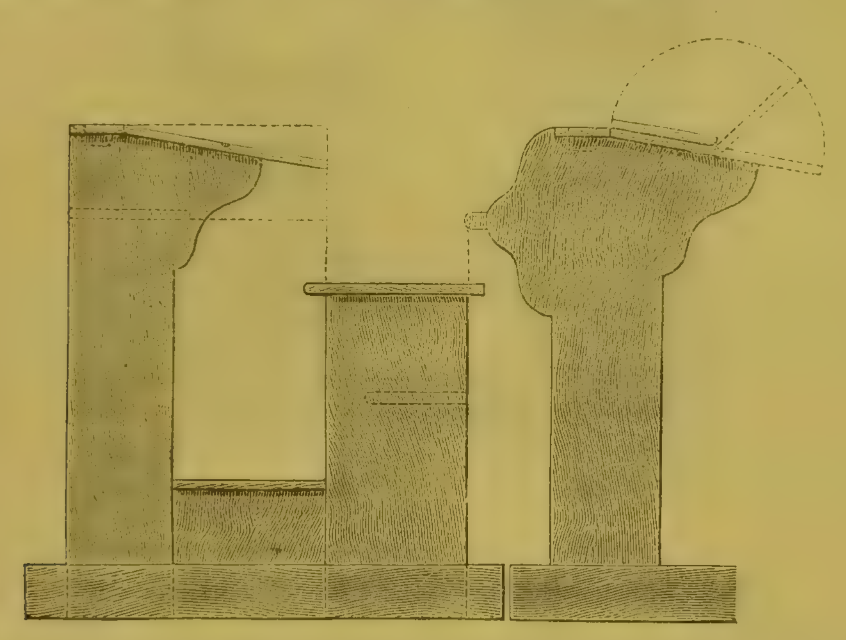


Fig. 254. — *Table-banc du docteur Cohn.*

La table-banc recommandée par Frey, en outre d'un dossier plus haut que large, légèrement incliné en arrière, présente quelques autres détails qu'il convient de signaler, savoir : la forme légèrement creusée de la surface du banc, plus en arrière qu'en avant (cette particularité se retrouve dans le mobilier Kunze et dans la table Varrentrapp, fig. 255), et le mode de support de la table, qui permet d'en monter ou d'en descendre le pupitre, de sorte que le même modèle puisse servir à plusieurs tailles.

7° On ménage, sous la table, une case à ranger livres et cahiers. Cette case ne doit pas descendre à plus de 12 ou 15 centimètres au-dessous de la table pour que les genoux de l'enfant ne s'y heurtent pas. Dans le même but, son bord antérieur est un peu en retrait par rapport au bord de la table.

Varrentrapp conseille judicieusement de se préoccuper aussi, en ce qui concerne les jeunes filles, non seulement des tables et bancs qui leur servent à lire et à écrire, mais encore du mobilier correspondant sur lequel elles apprennent les travaux d'aiguille de toutes sortes. Elles ont également la tendance à incliner la tête en avant, à incurver le tronc. Un dossier assez

élevé, de peu de largeur, paraît très applicable à cette situation. On peut, cette fois, conserver une distance positive entre le siège et la table sur laquelle repose l'ouvrage. C'est surtout en pareil cas que l'on peut admettre un siège mobile, pouvant être avancé ou reculé à volonté.

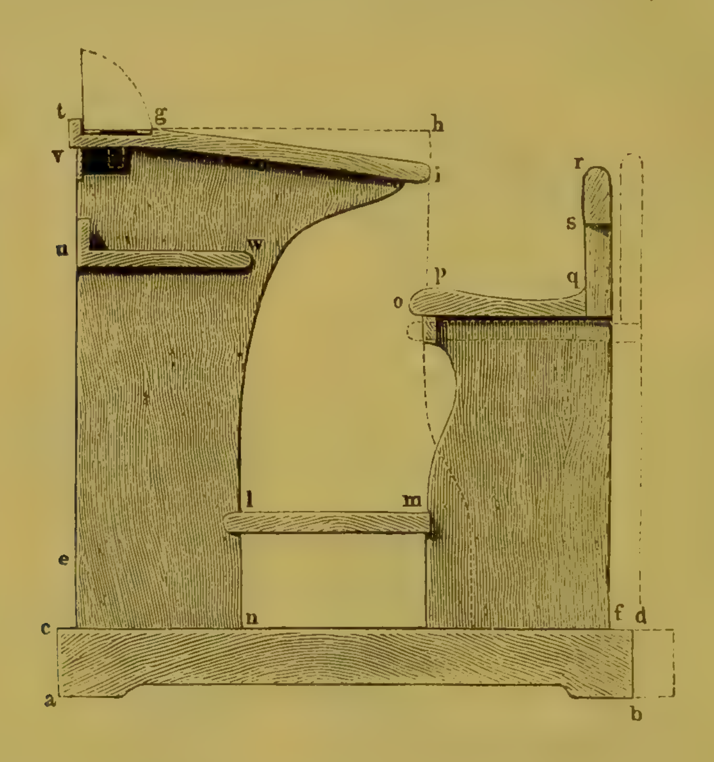


Fig. 255. — *Table-banc proposée par G. Varrentrapp* (*).

Au point de vue de l'économie à garder dans la construction des diverses grandeurs du modèle adopté, il est utile de remarquer qu'un certain nombre de dimensions peuvent être fixées une fois pour toutes et rester invariables; ainsi, la distance est toujours nulle ou négative, la largeur et la longueur de la table, de la case aux livres, peuvent être les mêmes pour toutes les tables; il n'y a que la hauteur du siège et du marche-pied, la largeur du banc, la différence, les dimensions du dossier, qui sont forcées de varier.

Les règles qui viennent d'être tracées ont été l'objet d'une discussion soigneuse de la part de G. Varrentrapp, qui s'est efforcé de les mettre en pratique dans le modèle de table-blanc ci-dessus (fig. 255), en l'accompagnant de tableaux où sont fixés, d'une part, les dimensions proportionnelles : de l'autre, les variations en rapport avec huit catégories de taille.

Les dimensions variables sont réglées comme il suit :

(*) Hauteur du seuil *ac* et *bd*, 0m,071. — Largeur dont ce seuil déborde, *cc* et *df*, 0m,019. — Largeur inférieure, *en*, du pan latéral, 0m,221. — Hauteur de ce pan, *ec*, 0m,651. — Hauteur de la case à livres, *uw*, 0m,182. — Largeur de la même, 0m,234. — Partie horizontale, *tg*, de la table, 0m,104. — Partie inclinée, *gi*, de la même, 0m.364. — Inclinaison, *hi*, de cette partie, 0m,052. — Largeur du marche-pied, *lm*, 0m,286. — Distance (négative), *op*, 0m,026. — Hauteur du dossier, *rs*, 0m,078.

NUMÉROS DES TAILLES.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
TAILLE MOYENNE DES ENFANTS.	1m,07	1m,12	1m,17	1m,22	1m,27	1m,33	1m,38	1m,43
Différence *ip* et hauteur du dossier *qr*.	0,173	0,182	0,190	0,199	0,208	0,217	0,226	0,234
Hauteur du siège *pm*..............	0,286	0,303	0,320	0,338	0,355	0,372	0,390	0,402
Largeur du siège *oq*..............	0,234	0,243	0,252	0,260	0,266	0,273	0,280	0,286

On ne peut guère reprocher au modèle de Varrentrapp que la disposition perpendiculaire de son dossier.

Des tables-bancs en fonte ont été construits, en Amérique d'abord, ce nous semble, puis en Allemagne, sur les indications de Varrentrapp (1875). Elles ont le mérite d'être peu encombrantes, faciles à entretenir et très durables. On y pratique autant d'articulations que l'on veut, pour pouvoir en replier les parties les unes sur les autres, au besoin. En général, elles sont à deux places et telles que les sièges et dossiers d'un rang d'élèves soient fixées à la table du rang qui vient après. L'avantage de la fonte est encore de donner à la table-banc d'une seule place assez de poids pour avoir de la fixité. En France, la fonte entre plus ou moins largement dans les mobiliers Bapterosses, Train, Lenoir, Lecœur, Lemel, etc.

On a pu voir à l'Exposition universelle de Paris, en 1878, un modèle autrichien, dit Kunze-Schildbach, qui, à l'aide d'un pupitre articulé, permet

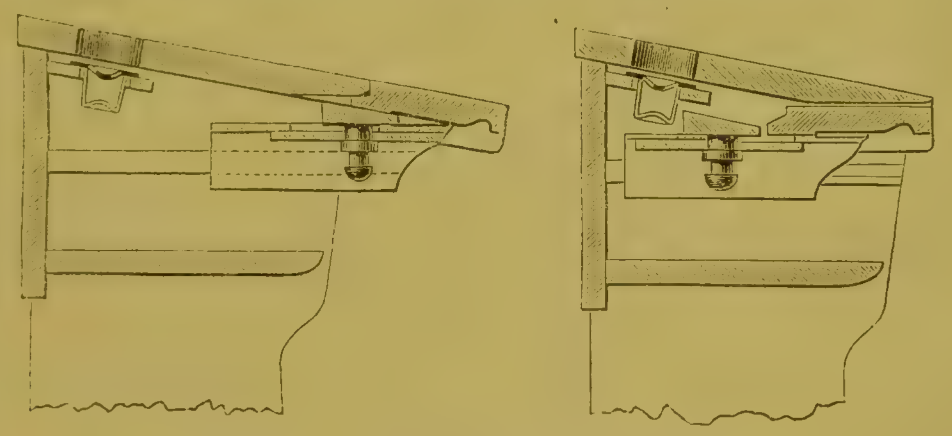


Fig. 256. — *Pupitre Kunze-Schildbach.*

de conserver une distance positive de 10 centimètres, quand l'enfant n'est pas à sa place ou qu'il veut la quitter. Lorsqu'il est assis, il augmente de 12 centimètres la largeur de son pupitre et obtient une distance négative de 2 centimètres en attirant à lui par un bouton la partie repliée (fig. 256). Dans ce système encore, l'encrier possède un mode de fermeture qui n'est pas sans avantages.

La nécessité de conserver à l'élève assez de place pour se tenir debout entre la table et le banc et, néanmoins, de rendre la distance négative quand il écrit, a particulièrement fixé l'attention de la Commission suisse,

qui, sur l'avis des professeurs Hermann Meyer et Horner, se prononça pour le modèle actuellement en usage à Zurich (fig. 257). Deux procédés se présentaient pour obtenir à volonté l'établissement de cette distance ou sa sup-

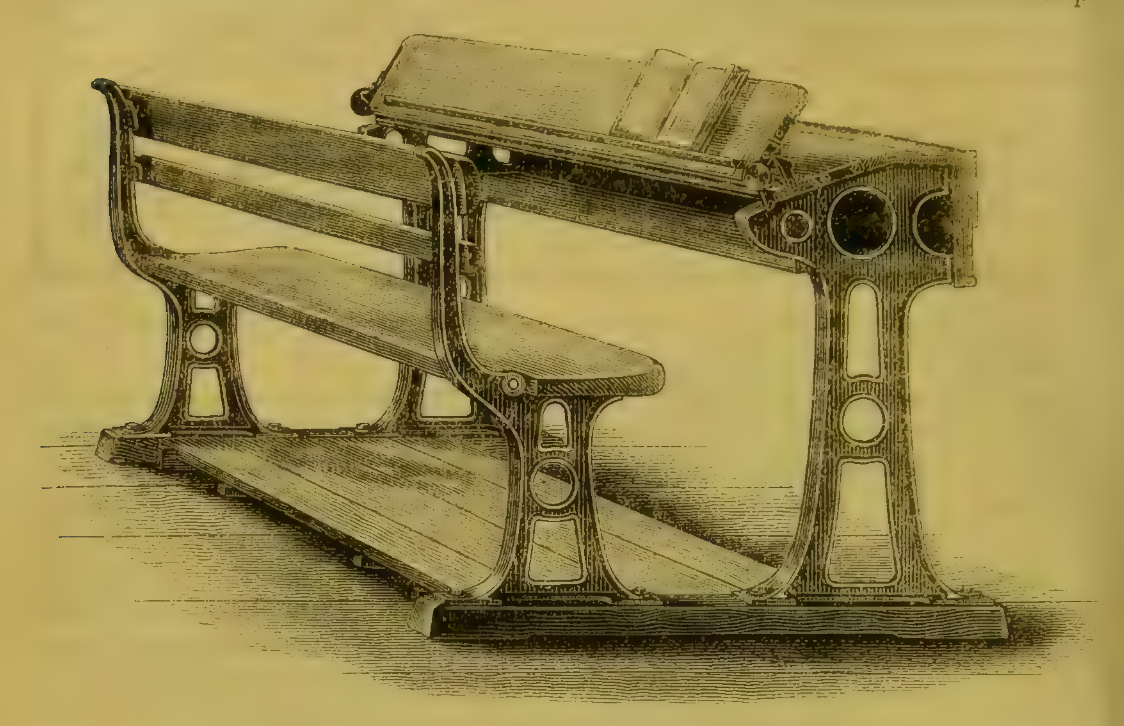


Fig. 257. — *Table-blanc à valve, de Zurich.*

pression; celui de Kunze, avec la table à deux parties, *se coulissant* l'une sur l'autre; et un autre, *à valve* (*Klapptisch*), imaginé par Fahrner.

C'est ce dernier qui prévalut parce qu'il peut, comme on le voit par la figure, substituer à l'inclinaison nécessaire dans l'acte d'écrire, un pupitre à pente plus raide, offrant son livre dans une position favorable à l'élève qui lit. La valve peut encore être disposée horizontalement lorsqu'il s'agit de fournir une table de travail (d'aiguille ou de broderie) aux jeunes filles. L'appareil est très solide, quoique peu volumineux; il satisfait à toutes les exigences sans avoir la physionomie d'appareil carcéraire, qu'on trouvait aux essais primitifs de tables à distance nulle. Le dossier est transversal et n'oblige pas l'élève à une attitude invariable; on s'est aperçu qu'avec le dossier étroit de Frey, les enfants s'appuyaient contre un bord ou pas du tout, par besoin de changer de position. On fait le dossier un peu plus haut pour les filles que pour les garçons. Toutes les tables sont uniformément à 75 centimètres de hauteur, pour faciliter la surveillance du maître; le marchepied est élevé en conséquence; il est constitué par des planches assemblées, allant d'un bord à l'autre des deux bancs, gémellées et renforcées en dessous par des traverses. Comme le fonctionnement de la valve permet de rendre la distance aussi négative qu'on le désire, on s'est arrêté à 3 centimètres; de plus, le siège peut aussi se relever. Ces tables-bancs sont à deux places; on pourrait les faire à trois ou quatre, mais le premier mode est plus avantageux pour la discipline et pour les allées et venues des élèves; les tables à deux places sont aussi, naturellement, plus commodes à déplacer et à transporter. Elles ont de 120 à 140 centimètres de longueur, de façon à donner à chaque élève 60 à 70 centimètres d'espace transversal.

Nous sommes très disposé à préférer les systèmes dans lesquels le pupitre ou le siège avancent ou reculent *par coulissement* aux systèmes *à valves*, qui prêtent trop aisément aux écoliers à faire du vacarme. Vandenesch laisse la tablette immobile; le siège est constitué par un pied solide sur lequel tourne un tabouret de forme elliptique, reposant sur le pied par une des extrémités de l'ellipse ; selon qu'on amène en avant ou en arrière l'extrémité libre, la *distance* est négative ou positive. Certains systèmes rendent le siège ou la table mobiles dans le sens vertical pour pouvoir les adapter à la taille des enfants. Nous inclinons à préférer les tables-bancs à pupitre et siège fixes, soit à distance *nulle*, comme les types réglementaires en France, soit à distance négative (modèle Cardot, à Paris). L'écolier ne peut s'y tenir debout qu'en sortant de sa place et en venant se placer dans le couloir latéral; ce qui oblige à n'avoir que des tables à deux places et beaucoup de couloirs; en d'autres termes, à élargir la surface.

De nombreuses mensurations ont permis de fixer les moyennes de taille des enfants des deux sexes de six à quatorze ans, de déterminer les dimensions respectives des diverses parties du corps à chaque âge, en ce qui intéresse les rapports de l'enfant avec le mobilier scolaire. Nous ne saurions reproduire ces données pourtant très intéressantes; nous nous bornerons au tableau suivant, qui contient les cinq types rendus réglementaires en France par l'arrêté de 1880. Ces types ne sont pas assez nombreux. A Zurich, il y en a huit pour les âges de six à quatorze ans.

Types de tables-bancs prescrits par les règlements français.

TYPES..................................	I	II	III	IV	V
AGES CORRESPONDANTS EN CENTIMÈTRES..	100 à 110	111 à 120	121 à 135	136 à 150	150 et au-des.
1° TABLE.	m	m	m	m	m
Hauteur au-dessus du sol..................	0,44	0,49	0.55	0,62	0,70
Largeur d'avant en arrière..................	0,35	0,37	0,39	0,42	0,45
Longueur pour la table-banc à une seule place.	0,55	0,55	0,60	0,60	0,60
— par place d'enfant pour la table-banc à deux places..............	0,50	0,50	0,55	0,55	0,55
Soit, pour les deux places..................	1,00	1,00	1,10	1,10	1,10
2° BANC.					
Hauteur au-dessus du sol prise au milieu du banc..............................	0,27	0,30	0,34	0,39	0,45
Largeur d'avant en arrière................	0,21	0,23	0,25	0.27	0.30
Longueur (banc à une place)................	0,50	0,50	0,55	0,55	0,55
— (banc à deux places).............	0,45	0.45	0,50	0,50	0,50
Soit pour le banc double..................	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00
3° DOSSIER.					
Hauteur de l'arête supérieure au-dessus du siège à	0,19	0,21	0,24	0,26	0,28
Longueur égale à celle du banc pour la table-banc à une seule place..................	0,50	0,50	0,55	0,55	0,55
Et, pour la table-banc à deux places........	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00

Il paraît fort simple d'appliquer quelqu'un de ces systèmes perfectionnés au mobilier des salles d'étude ou de classe des lycées et collèges, dont les élèves n'ont évidemment pas de raison d'être moins bien traités que les écoliers primaires.

L'amélioration peut être un peu plus compliquée lorsqu'il s'agit des cours de l'enseignement supérieur, qui se donnent dans des amphithéâtres, où d'habitude les places sont disposées en demi-cercles étagés. Néanmoins, il n'est pas que l'on ne puisse rompre avec la vieille tradition en vertu de laquelle les élèves des facultés gagnent leur place en escaladant les bancs qu'ils souillent de boue, appuient leurs pieds contre le dos de leurs camarades, se *couchent* contre le gradin postérieur, quand ils en ont assez de la perpendiculaire, et écrivent sur leurs genoux, en se courbant péniblement, s'ils veulent prendre des notes. Le travail et l'attention gagneraient à ce qu'on rendît la position moins incommode, et l'on épargnerait à l'économie une fatigue inutile en ménageant au moins des dossiers et une table aux bancs de l'amphithéâtre. Quelques élèves en profiteraient peut-être pour dormir au cours; mais est-il préférable qu'ils s'abstiennent d'y venir par antipathie pour les bancs? Les bons élèves ne dormiront dans aucun cas, et c'est à ceux-là qu'on doit quelque bien-être dans l'accomplissement du devoir.

Le rapport de Javal, au nom de la Commission de 1882, porte, dans ses conclusions : « Art. 12. Dans les classes disposées en gradins, les tables seront supprimées, les sièges seront à deux places avec dossiers en bois et comporteront une tablette latérale destinée à poser le papier et le bras pour prendre les notes. » On a appliqué le précepte à Lille, à la Faculté... de Droit.

C. **Matériel d'instruction.** — Ce matériel comprend les *livres*, le *papier*, les *ardoises* et *tableaux*, les *plumes*, *crayons*, etc. L'hygiène n'a guère qu'une seule préoccupation vis-à-vis de tous ces objets et toujours la même; mais elle est des plus sérieuses. C'est leur influence sur la fonction visuelle et la santé de l'œil.

Les *livres classiques*, produits en quantité énorme par des maisons qui se soucient plus de leur propre gain que de tout autre intérêt, sont fort défectueux, en France, en Allemagne et ailleurs. Ils sont, en totalité ou en partie, imprimés en caractères trop petits; quelques-uns, hélas! avec approbation du ministère de l'Instruction publique, ou même publiés par ses fonctionnaires. Toute impression, dit H. Cohn, dont les caractères ont moins de 1 millimètre et demi de hauteur, est nuisible aux yeux. Les pleins des lettres doivent avoir au moins 0,25 de millimètre d'épaisseur; les interlignages, au moins $2^{mm},5$; la plus grande longueur des lignes ne doit pas dépasser 100 millimètres. Javal, remarquant qu'on lit très bien une ligne dont on ne voit que la moitié supérieure, propose un nouvel alphabet assez bizarre, qui supprime la partie basse des lettres longues *p* et *q* et diminue les queues du *j*, du *g*, de l'*y;* ce serait un moyen de diminuer aussi les interlignages qui, selon l'auteur, sont du luxe. Nous ne partageons son avis à aucun de ces égards. Mais nous croyons, avec lui et avec Maurice Perrin, que les livres de classe ne doivent pas avoir plus de 6 à 7 lettres au centimètre courant (8 points typographiques) et, avec ces savants encore, nous sommes porté à restreindre la longueur de 10 centimètres, que Cohn tolère pour la ligne.

D'autres défectuosités encore sont à signaler : la minceur du papier, qui fait apercevoir sur le recto les lignes imprimées au verso; les lettres mal venues, par suite de la vétusté des caractères d'imprimerie ou la négligence des typographes, etc. Nous ne serions pas étonné que l'emploi de leurs horribles caractères gothiques ne fût une des raisons pour lesquelles la myopie est plus commune chez les écoliers allemands qu'en France. Beaucoup de livres scientifiques allemands ont le bon esprit de se faire imprimer en caractères modernes, très commodes à lire pour nous et, sans doute, pour les Anglais, les Américains, les Italiens; quelques autres

conservent le gothique (*Fraktur*), tout en reconnaissant, avec Blasius (de Brunswick), Schneller (de Danzig), etc., qu'il est moins lisible, à mesures égales, que les caractères dits latins (*Antiqua*). Il y a là, paraît-il, une question de vanité nationale.

La couleur du papier n'est pas indifférente. Des caractères noirs sur un fond d'un blanc éclatant fatiguent la vue; si l'on faisait le contraire, la visibilité des lettres serait diminuée et ce serait, d'ailleurs, lugubre. Javal a fait prévaloir en France le principe de donner au papier des livres classiques une teinte jaunâtre, douce à l'œil, qui, pour la physique, est le résultat de l'absorption, c'est-à-dire de la suppression, des rayons d'une extrémité du spectre : *violet, indigo, bleu.* Il n'y a pas de raisons pour que l'on n'impose pas la même teinte au papier des cahiers d'écriture.

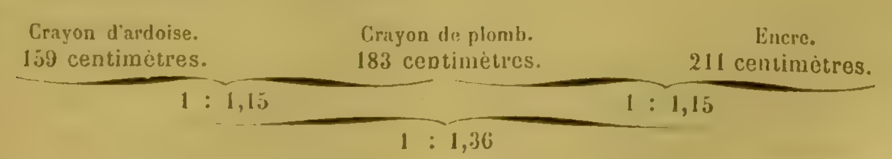
La plupart de ces règles se trouvent intentionnellement observées dans l'exécution du présent livre. Il a le papier teinté, solide ; les lignes y sont de 113 millimètres, c'est-à-dire un peu longues, mais ce défaut est racheté par le « point », qui ne comporte pas plus de 65 lettres par ligne dans le texte ordinaire et 70 dans le petit texte, c'est-à-dire environ 6 lettres au centimètre. La hauteur des lettres (grand texte) dépasse $1^{mm},5$; l'interlignage a les $2^{mm},5$ réglementaires. Nous avons soigneusement évité les notes que l'on trouve trop souvent, tenant une grande place au bas des pages, en caractères microscopiques et fatigant doublement les yeux, par leur finesse et par les voyages incessants du regard d'un bout de la page à l'autre.

La règle générale adoptée en France est qu'*il faut refuser tout livre qui, tenu verticalement et éclairé par une bougie placée à la distance de* 1 *mètre, ne peut pas être lu avec une vue normale à* 80 *centimètres.*

Des expériences nombreuses, accomplies sous la direction de Horner (Zurich), ont démontré pratiquement : que, toutes choses égales d'ailleurs, des lettres blanches sur fond noir semblent plus grandes que les lettres noires sur fond blanc, mais ne peuvent être lues qu'à une distance moindre, surtout quand il s'agit de lettres un peu compliquées, comme EB; que des lettres sur fond jaunâtre sont lues avec la même facilité que si elles étaient sur fond blanc ; qu'enfin les lettres grises sur fond noir, comme les caractères tracés à la craie sur le tableau, sont moins aisément lues que celles des deux cas précédents. Les rapports de visibilité sont les suivants :

1° Lettres noires sur fond blanc........................	496 de visibilité.
2° — blanches — noir........................	421 —
3° — grises — noir........................	340 —

En comparant les caractères à l'encre sur le papier blanc avec les caractères tracés sur l'ardoise au crayon d'ardoise et ceux du crayon de plomb sur le papier ordinaire, l'auteur (1877) a constaté que les mêmes lettres étaient lues aux distances et dans les rapports ci-dessous :



Des résultats différents relativement aux distances absolues ont été obtenus ultérieurement dans des conditions de luminosité moindre; mais le rapport de visibilité est resté le même, 3 pour le crayon d'ardoise et 4 pour l'encre. Horner en con-

clut à la substitution définitive de l'encre au *crayon de plomb* ou d'*ardoise*, d'ailleurs bien trop lourds, et à la suppression du tableau noir. Dans tous les cas, il importe, si l'on conserve le tableau pour quelques occasions, de lui donner une surface absolument mate, n'obligeant pas les élèves à lutter contre la réflexion d'une surface polie ; et, si l'on admet parfois la mine de plomb, d'exiger que le crayon soit de bonne qualité et bien taillé pour assurer la netteté des caractères.

Les cartes géographiques murales ne doivent pas être vernies, pour la même raison que le tableau noir. D'ailleurs, on y évitera la surcharge des détails et les noms en caractères microscopiques.

Les *plumes métalliques* peuvent être l'occasion d'accidents graves entre enfants qui, par jeu ou autrement, font une blessure oculaire à un camarade avec le bec de cette plume. Galezowski voudrait pour cette raison ressusciter la plume d'oie, qui certainement était plus favorable à l'écriture et ne permettait pas les caractères microscopiques. Mais la plume d'oie n'est pas non plus un instrument inoffensif; elle comporte en outre un canif, qui est dangereux entre les mains des enfants ; enfin, il est peu probable qu'elle puisse contrebalancer les séductions de la plume de fer. Les *porte-plumes* doivent être légers, assez gros, et prismatiques, si c'est possible.

L'écriture anglaise. — L'écriture courante veut des lettres inclinées à 45 degrés. On l'appelle *anglaise;* mais l'écriture allemande, d'ailleurs si fâcheuse par la ressemblance absolue d'un assez grand nombre de lettres entre elles, est non moins inclinée. Comme, d'autre part, la méthode prescrit que le bord inférieur du cahier soit parallèle au bord de la table, l'élève n'arrive à bien obtenir cette écriture penchée qu'en s'inclinant lui-même avec torsions du tronc, la tête tendant à se coucher à gauche. Dally a maintes fois constaté et il a représenté (fig. 258) cette incurvation de la colonne vertébrale à convexité latérale gauche. Il estime, en conséquence, qu'il est bien préférable de laisser l'enfant incliner son cahier plutôt que tordre sa personne. Je ne sais pourquoi l'on a accordé à cette écriture anglaise tant de mérites; si elle est élégante, ce qui ne paraît pas démontré, elle tend à être illisible lorsque l'élève ne se surveille plus. L'écriture presque droite, la ronde que pratiquaient nos pères, restent toujours lisibles, parce que les lettres à boucles ne sont jamais noyées ou converties en un simple jambage. Dans tous les cas, il faut permettre à l'élève d'incliner son cahier et non point son torse. Berlin et Layet ont montré que la synergie du regard avec le mouvement des doigts est pour beaucoup dans les attitudes vicieuses qu'entraîne l'écriture penchée (*Kurrentschrift*). La *ligne de*



Fig. 258. — *Incurvation rachidienne due à l'écriture anglaise* (Dally).

regard, c'est-à-dire la ligne qui réunit le centre de rotation des deux yeux, se place, d'instinct, perpendiculairement aux traits pleins des lettres. Elle est donc oblique de haut en bas et de gauche à droite, quand l'écriture est inclinée. La tête et le tronc se mettent inconsciemment dans une attitude qui assure cette direction. Aussi, J. Rochard trouve-t-il 30 fois sur 100 l'incurvation rachidienne avec convexité à gauche. On est étonné que Staffel pose ce principe, que « l'écriture normale doit avoir une inclinaison de 30 degrés ». Nous acceptons bien plus volontiers le précepte de la *Commission française* de 1882 : « Pendant le cours élémentaire et le cours moyen, on obligera les enfants à se conformer à la formule de George Sand : *Écriture droite sur papier droit, corps droit.* »

Il ne faut pas obliger les petits enfants qui commencent à écrire à faire de grandes lettres (3mm,5 au minimum, 5 millimètres au maximum).

Cohn range, avec raison, dans les mauvais procédés graphiques, la méthode dite *stigmographique* d'enseignement du dessin, dans laquelle les figures sont représentées par des points et des lignes formant réseau.

Matériel de gymnastique et de jeux. — Nous n'avons qu'à renvoyer, à ce sujet, au chapitre VIII de la Ire PARTIE (spécialement p. 1082, 1092 et suiv.). Mais nous profitons de cette occasion pour rappeler que l'espace est la première condition pour que les écoliers puissent faire de l'exercice, soit au gymnase, soit sous forme de jeu. Les 5 mètres carrés par élève que le règlement français exige pour les cours sont un *minimum*.

Nous avons vu avec satisfaction que le Conseil municipal de Paris (septembre 1888) a supprimé pour les jeunes enfants les *bataillons scolaires*, qui n'étaient ni un jeu ni de la gymnastique. On les conserve pour les écoles primaires supérieures; c'est encore trop.

D. **L'Élève. Conditions normales ou pathologiques.** — Les points sur lesquels s'est portée l'attention des hygiénistes sont : l'*âge* d'admission aux écoles, la répartition des *heures de travail intellectuel*, de *repos* et d'*exercice ;* les *prédispositions morbides* et les *maladies scolaires.*

Age. — Les enfants, moyennement, sont susceptibles d'éducation vers leur septième année. C'est l'époque le plus communément adoptée; mais, çà et là, la vanité des parents, la crainte que leurs enfants n'arrivent pas assez tôt pour satisfaire aux exigences d'entrée dans les diverses carrières, font précipiter le moment de l'introduction de l'enfant à l'école. Dans les classes laborieuses, c'est souvent tout simplement le besoin de se séparer, pendant les heures de travail, d'un bébé qu'il faudrait occuper et surveiller. L'hygiène ne saurait faire entrer ces considérations en ligne de compte; mais elle reconnaît volontiers qu'à six ans révolus, l'enfant est assez intelligent pour que le désœuvrement lui soit à charge, sauf, d'autre part, que son cerveau, n'étant pas plus développé que les autres organes, n'est susceptible de travail qu'à petites doses et avec intermittence. On voit que la question capitale est dans le mode suivant lequel lui sera servie la nourriture intellectuelle. La fixation et la distribution du temps sont le premier élément de ce mode; la nature des choses enseignées en est un autre.

Heures de classe. — A 6 ou 7 ans, un enfant n'est pas capable de suivre une leçon pendant plus de 15 à 20 minutes consécutives; de 7 à 10 ans, 20 minutes sont le maximum de ses efforts; à 10-12 ans, 25 minutes; de 12 à 16, 30 minutes (Edwin Chadwick). En acceptant la pause nécessaire après chaque leçon, le retour de l'attention a lieu pour la leçon suivante, mais d'autant moins sûrement que l'élève est plus jeune. D'où la règle pour la durée totale du travail intellectuel par jour :

Au-dessous de 7 ans	2 heures 1/2 à 3 heures.
De 7 à 10 ans	3 — à 3 heures 1/2.
De 10 à 12 ans	4 —

En Angleterre et pour les enfants des classes laborieuses, on a voulu satisfaire à la fois au besoin qu'éprouvent les familles de se décharger du soin de leurs enfants et à la nécessité de ne point surmener le cerveau des jeunes écoliers; on tient ceux-ci à l'école proprement dite pendant trois heures chaque jour et on les occupe, le reste du temps, dans des magasins, des fermes, à des travaux manuels à leur portée (*half-time-system*). Cette méthode est en essai aux États-Unis (Lincoln).

Au-dessus de quinze ans, le nombre d'heures de travail par jour peut s'élever à huit ou neuf heures. Les élèves de l'École militaire de West-Point ont dix heures par jour de leçons ou d'études, ne sortent pas et, cependant, grâce à un ensemble parfait de conditions hygiéniques, jouissent d'une très bonne santé. A l'École d'agriculture de Massachusetts, on travaille dix heures par jour, sans compter les exercices militaires ou travaux agricoles. A Saint-Cyr, la moyenne journalière des travaux purement intellectuels est de huit heures.

Il ne faut pas oublier qu'en dehors des heures d'écoles, les enfants remportent des devoirs à faire à la maison et que leurs parents, soucieux de les munir autant que possible, réservent encore sur ce temps les heures nécessaires à des leçons de musique, de danse, d'escrime, de natation, etc. On enseigne trop de choses à la fois et l'on ne proportionne pas la nature des objets enseignés à la puissance d'élaboration des jeunes cerveaux. L'enfant est enclin à ne pas fixer son esprit, mais c'est à la condition que sa pensée sera libre dans le champ de la fantaisie ; si son attention ne fait que changer de terrain tout en restant commandée et tendue, son esprit ne se repose en aucune façon ; il se fatigue plutôt et se relâche ; ou si l'attention persiste, par un effort de volonté, ce n'est pas sans de graves dangers pour l'intégrité de la nutrition cérébrale et, par conséquent, pour le fonctionnement ultérieur des facultés intellectuelles. D'autre part, il est clair que les objets réels et leurs formes, que les phénomènes physiques et naturels, que les rapports à termes concrets, sont ce qu'il y a de plus facile à saisir pour les cerveaux à développement naissant. Au lieu, cependant, de leur offrir ce champ abordable, on commence par les bourrer d'abstractions; la grammaire et le catéchisme, la quintessence des subtilités théologiques et la dernière expression de la philosophie du langage, voilà par où l'on introduit dans le monde de la science de jeunes têtes à peine sevrées. Puis viennent sans désemparer les langues anciennes, le latin et le grec, qu'on apprend dans les historiens de l'antiquité, mais aussi dans les moralistes, les économistes, les philosophes. Enfin, l'on passe aussi une année, sous prétexte de *philosophie*, à disserter sur les propriétés d'*êtres de raison*.

Les nouveaux programmes français (1880) ont, heureusement, reculé l'âge auquel on commence l'étude des langues mortes, comme l'avait déjà fait l'école Monge, en la reportant à l'âge de douze ans. Les premières années sont consacrées aux sciences physiques et naturelles, aux langues vivantes. C'est mieux, sauf qu'il conviendrait de ne pas aller très avant dans la botanique, la zoologie, la physiologie (Hardy).

Les hygiénistes allemands, à leur réunion à Dresde, en 1878, ont entendu, de la part d'Alexi et Chalybæus, des propositions que nous croyons utile de reproduire, parce qu'elles montrent que, là aussi, on s'efforce de lutter contre le *surmenage scolaire*.

I. L'âge de la scolarité obligatoire commence à six ans accomplis et dure jusqu'à l'âge de quatorze ans révolus.

On ne sera pas admis avant l'âge de neuf ans accomplis dans les écoles du second degré (Gymnases, *Realschulen*, écoles supérieures de filles).

II. Le nombre d'heures accordées à l'instruction dans les écoles primaires (y compris le chant, la gymnastique, les travaux féminins) ne doit pas dépasser 22 heures par semaine, dans la classe inférieure (7 à 8 ans); 30 heures dans les classes moyenne (9 à 10 ans) et supérieure (11 à 14 ans).

De ce temps, la matinée prendra seize à dix-huit heures dans la classe inférieure, dix-huit dans la moyenne, vingt à vingt-deux dans la classe supérieure.

L'instruction sera suspendue dans l'après-midi du mercredi et du samedi.

Le temps à consacrer au travail à la maison ne doit pas dépasser une heure et demie par jour pour la classe supérieure; une heure pour la moyenne; une demi-heure pour la classe inférieure, qu'il vaudrait mieux en dispenser tout à fait. On ne doit pas tenir compte du dimanche pour le travail à la maison.

III. Dans les établissements d'enseignement secondaire (Gymnases, écoles réales, etc.), et dans les écoles moyennes où l'on enseigne une langue étrangère, les heures consacrées aux branches obligatoires scientifiques doivent être prises sur la matinée exclusivement et ne pas dépasser vingt-quatre par semaine. On affectera l'après-midi aux branches obligatoires techniques (écriture, dessin, chant, gymnastique, travaux de femmes); celles-ci ne devront pas prendre plus de huit heures par semaine.

Le temps consacré aux devoirs à faire à la maison sera de une demi-heure à une heure et demie pour les élèves des classes inférieures (10 à 12 ans); de une heure à deux pour les classes moyennes (13 à 15 ans); de deux à trois pour les classes les plus élevées (16 à 19). On ne comptera pas, pour ces devoirs, sur le dimanche.

IV. L'instruction ne commencera pas avant 8 heures le matin ni avant 2 heures après-midi, pour les enfants au-dessous de 12 ans. Entre deux heures consécutives de classe du matin, il y aura une pose d'au moins cinq minutes; entre la deuxième et la troisième heure, une pause de quinze ou mieux de trente minutes. Après la première heure de classe de l'après-midi, une pause de dix minutes.

V. En même temps que le programme des études, il sera établi un programme du travail à la maison. Les élèves inscriront les devoirs à faire à la maison sur un carnet contrôlé par le maître.

VI. Les devoirs de punition ne seront tolérés qu'autant qu'ils peuvent combler une lacune dans l'instruction. On restreindra les retenues; elles ne se feront jamais à midi et elles auront lieu sous la surveillance d'un maître.

VII. Les vacances comprendront dix semaines et demie par an, indépendamment des jours de fête religieuse ou nationale.

Par les grands froids ou les grandes chaleurs, les directeurs d'écoles pourront donner congé aux élèves. En été, on supprimera les leçons de l'après-midi, lorsque le thermomètre aura marqué 25° à l'ombre à 10 heures du matin.

VIII. Le nombre d'heures de classe que l'on pourra exiger d'un instituteur primaire ne dépassera pas une moyenne de vingt-huit à trente par semaine. Dans les établissements d'enseignement secondaire, vingt-deux heures pour les professeurs des classes ordinaires, vingt heures pour ceux des hautes classes.

Le règlement français de 1867, aussi bien qu'un certain *règlement scolaire modèle*, de 1887, dont parle J. Rochard, fixe la durée des classes à 6 heures par jour; 3 heures le matin, à partir de 9 heures ; 3 heures l'après-midi, à partir de 1 heure. Chacune d'elles doit être interrompue par un repos d'un quart d'heure. Il est assurément étrange de donner le même temps aux enfants de sept ans qu'à ceux de treize. Proust a fait accepter par la Commission de l'enseignement primaire 3 heures et demie de classe pour le cours élémentaire ; 4 heures et demie pour le cours moyen ; 5 heures et demie pour le cours supérieur. Mais il faudra exiger que le règlement établi soit respecté et non que l'on fasse faire, dans les écoles primaires, comme Dujardin-Beaumetz assure que cela existe, 6 heures et demie de classe par jour (32 heures et demie par semaine) au *cours élémentaire;* 7 heures par jour (35 heures par semaine) aux *cours moyen*, *supérieur* et *complémentaire*.

Dans les lycées, les internes ont, en dehors de 4 heures de classe, 7^h,45 minutes d'études en hiver et une heure de plus en été (J. Rochard, J. Simon). C'est la même chose à l'*École normale des instituteurs* de la Seine (Bouchard et Bourceret). A l'époque des examens, il est même admis qu'on y ajoutera une part des heures de liberté, de même que les externes passeront leur soirée à travailler à la maison.

Il est par trop évident que là est une des principales raisons du *surmenage scolaire*, qui est encore plus du *malmenage* (Trélat) que du surmenage. En effet, les programmes universitaires manquent entièrement de pondération et bourrent les études premières de notions inutiles ou incompatibles avec l'âge auquel on les impose. Ajoutons qu'ils supposent toutes les intelligences élevées et vigoureuses et que les familles reconnaissent malaisément que certains de leurs enfants ne sont pas dans ce cas. Les bons écoliers n'ont pas besoin de tout ce temps. Les autres en ont également trop parce qu'ils renoncent à tout apprendre et passent ces longues heures à s'ennuyer simplement.

La *règle américaine des trois* 8 (8 heures de sommeil, 8 heures de travail, 8 heures de liberté) a paru excellente à Javal et à Napias. Nous y souscrivons volontiers, mais à condition qu'on ne l'applique qu'à des élèves déjà avancés. Avant 15 ans, 8 heures de sommeil, c'est peu ; et 8 heures de travail, c'est beaucoup.

Prédispositions morbides. — Les enfants qui se présentent aux écoles

ne sont pas tous absolument sains et vigoureux; tous n'ont pas la même santé. Il serait bien utile que les médecins-inspecteurs et les maîtres reconnussent dès le début le point faible des écoliers, spécialement leurs aptitudes cérébrales, leurs antécédents nerveux, y compris même les antécédents héréditaires, et le degré d'acuité des organes de leurs sens. Quelques-uns sont *myopes* avant d'avoir ouvert un livre; d'autres sont plus ou moins *sourds*. Ce sont de graves indications. Nous allons parler de la myopie. Quelques mots sur la surdité peuvent trouver leur place ici.

Surdité chez les écoliers. — On reconnaît la surdité, chez les écoliers, par l'épreuve de la montre et surtout par celle de la *dictée au tableau noir* (Gellé). Il faut que l'enfant ne fasse pas de fautes, le maître qui dicte étant placé à 8 mètres. S'il n'entend clairement la parole qu'entre 3 et 5 mètres, il sera placé sur le premier banc près du maître ; s'il ne l'entend qu'à 3 mètres, on lui donnera un banc tout près de la chaire et du tableau, ou même on fera une classe spéciale pour ceux qui sont durs d'oreille. Le cas serait assez commun ; 20 à 30 fois sur 100, d'après Weil (de Stuttgart) et Gellé; et l'infirmité tendrait plutôt à s'aggraver qu'à s'amoindrir.

Maladies scolaires. — Un certain nombre de maladies ou d'infirmités résultent plus ou moins directement des mauvaises pratiques scolaires, sans compter celles qui peuvent relever du séjour dans un milieu atmosphérique vicié, lorsque les conditions générales de l'hygiène des locaux habités ne sont pas remplies.

Myopie. — C'est la maladie scolaire par excellence, celle contre les menaces de laquelle doivent lutter le mobilier, les livres, etc. Elle résulte de l'habitude de regarder de près et de fixer de petits objets. Il y a une myopie acquise et une myopie héréditaire; toutefois, l'enfant ne naît pas myope et, même quand il apporte l'influence de l'hérédité, il ne devient myope (Javal, M. Perrin) qu'à 8 ou 9 ans, lorsqu'il commence à quitter les abécédaires pour lire dans les livres. La myopie acquise apparaîtrait encore à la même époque, selon Javal; Maurice Perrin est, au contraire, convaincu que ce n'est que dans les classes déjà avancées des lycées ou gymnases qu'elle se développe et s'affirme; il lui semble que la rareté des myopes dans les écoles de villages en est une preuve. Il voudrait que l'on fît disposer, dans les écoles, au-dessus des tables ou des pupitres, une tringle métallique à 12 centimètres de leurs bords et à une hauteur de 30 centimètres, qui rappellerait l'écolier à la bonne distance (30 centimètres) chaque fois qu'il se laisserait aller à regarder de trop près. Vallin doute de l'efficacité de ce moyen, qui a été adopté sur quelques points en Allemagne, et nous craindrions qu'en restant illusoire il ne fût une occasion d'attitude vicieuse. Mieux vaut de la surveillance et un bon mobilier.

Après examen de 10,000 écoliers, à Breslau (1865), H. Cohn est arrivé aux conclusions suivantes :

« 1° Dans les écoles rurales les myopes existent à peine ; leur nombre augmente avec la progression des exigences et atteint son maximum dans les gymnases;

2° Le nombre d'élèves myopes augmente depuis la plus petite jusqu'à la plus

haute classe, dans tous les établissements et d'une manière à peu près continue;

3° La moyenne de la myopie s'accroît de classe en classe, c'est-à-dire que les myopes le deviennent de plus en plus. »

Erisman, à Saint-Pétersbourg, rencontra plus d'Allemands à vue basse que de Russes. Pflüger, à Bonn, trouve 14 p. 100 de myopes parmi les instituteurs suisses français et 24 p. 100 parmi les instituteurs suisses allemands. Derby, Agnew et Loring ne constatèrent que 16 à 27 p. 100 écoliers myopes dans les écoles supérieures de l'Amérique du Nord, tandis que H. Cohn (1867) en trouvait 56 à 64 p. 100 à Breslau. Ils sont 75 myopes p. 100 à Magdebourg, 80 à Erlangen, 100 p. 100 à Heidelberg. Au Congrès d'hygiène de Paris (1878), Cohn n'hésitait pas à adresser la parole en allemand aux individus porteurs de lunettes.

Finkelnburg constate aussi que le nombre des myopes s'élève comme la hiérarchie des classes; à Hambourg, il est de 14,69 p. 100 dans la *Sexta* et de 61,16 dans la *Prima*.

La myopie ou plutôt le mécanisme de sa production (pression du muscle accommodateur du cristallin, pour allonger l'axe de l'œil, et tension de la choroïde) entraîne l'aplatissement des artères de la choroïde et, par suite, l'atrophie de celle-ci autour du nerf optique. C'est donc une maladie. Cohn la croit à peu près toujours *acquise* et met fortement en doute l'hérédité.

Mais peu importent les théories de détail; l'étiologie essentielle n'est que trop claire et justifie suffisamment les efforts que l'on a accomplis partout, et que nous avons exposés, pour donner aux mobiliers et aux instruments scolaires des qualités qui cessent de favoriser l'extension de ce fléau. Cependant Steffan (de Francfort-s.-M.) a fait remarquer judicieusement que la réforme des locaux et du matériel scolaire n'est peut-être pas absolument décisive sur la diminution de la myopie. Pendant que Florschütz, à Cobourg, attribue à ces améliorations, aux *palais scolaires* lumineux, un abaissement de 6,6 p. 100 de la proportion des myopes, Mayweg à Hagen, Just à Zittau, déclarent que cette proportion n'est pas plus faible dans les nouveaux bâtiments scolaires de leurs villes que dans les anciens, très défectueux. A Francfort même, Schmidt-Rimpler se félicite que, dans le nouveau Gymnase, rationnellement construit et meublé, il n'y ait plus que 40 p. 100 de myopes. Malheureusement, en 1871, dans les anciens bâtiments, Krüger n'en avait constaté que 34,5 p. 100.

Peut-être que, comme chez nous, les programmes se surchargent de jour en jour et qu'avec un mobilier meilleur, les élèves sont entraînés à abuser davantage de leur vue.

Un moyen préventif serait encore de donner à l'enseignement *oral* une plus large part et de mettre à contribution les oreilles de l'écolier aussi bien que ses yeux. Est-ce que l'on ne pourrait pas retarder ou diminuer la lecture continue et les leçons apprises par cœur dans les livres? Des élèves obligés d'*écouter* une leçon *orale* du maître et d'en rendre compte ensuite feraient un assez bon exercice de mémoire et de jugement, et n'auraient point l'occasion de s'aveugler sur des lettres.

Céphalalgie scolaire. Épistaxis. — Ces affections se présentent selon les établissements chez 20 à 40 p. 100 des élèves (Finkelnburg). Michel Lévy note 104 fois la céphalalgie chez les élèves de l'École polytechnique, sur 360 cas de maladie ou indispositions. Becker (Darmstadt) la rencontre chez 80,8 p. 100 élèves de la *Prima* du gymnase; Bystroff (Saint-Pétersbourg), 28 à 40 fois p. 100, chez les élèves de 14 à 18 ans; Crichton-Browne (Angleterre), 46 fois p. 100. Ces accidents, d'ailleurs, sont souvent liés au

fonctionnement incomplet de la respiration. Beaucoup moins de station assise, beaucoup moins de contention d'esprit; et, en revanche, beaucoup plus de latitude et de mobilité de l'esprit et du corps chez les écoliers de tout degré : telle est évidemment la prophylaxie de ces troubles.

Le *goître scolaire* a surtout été signalé en Suisse (Guillaume) et en Auvergne (Nivet). Peut-être ne se manifeste-t-il que quand il existe au préa-

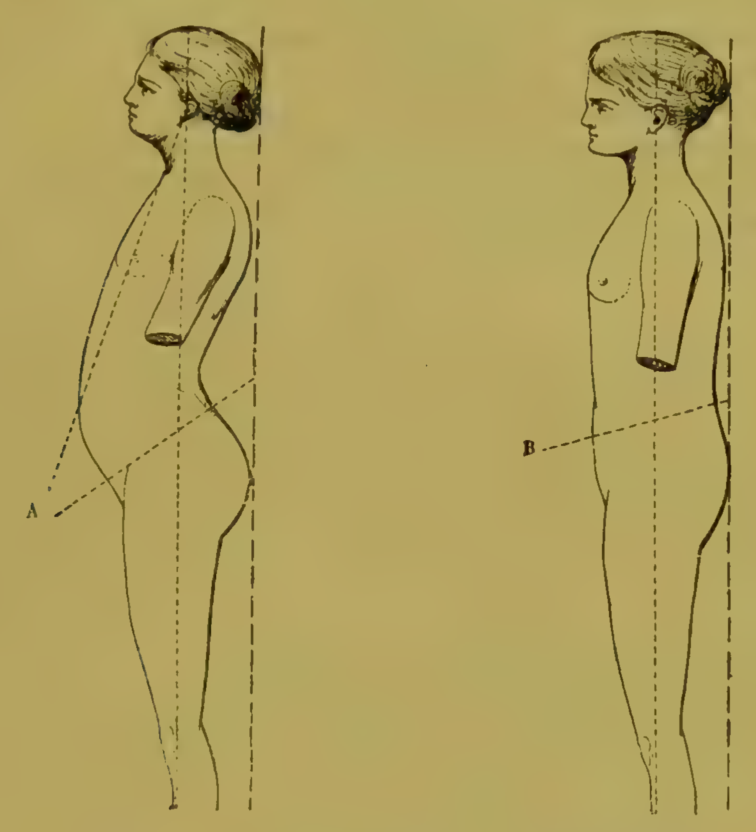


Fig. 259. — *Déviation de la colonne vertébrale* (Dally) (*).

lable des causes plus générales et propres à la contrée. Guillaume, à Neuchâtel, l'a rencontré 48 fois p. 100 chez les garçons et 64 fois chez les filles.

Les écoliers des classes supérieures révèlent déjà la *dyspepsie*, proverbiale chez les hommes de cabinet. A l'École polytechnique, 290 élèves sur 586 (3 années) ont souffert de troubles digestifs.

Nous avons indiqué (p. 1178) les *déviations vertébrales* et leurs causes. Ajoutons l'*ensellure* disgracieuse (fig. 259) que fait contracter aux jeunes filles la répétition incessante du sot précepte : « Tenez-vous droites, Mesdemoiselles : *creusez les reins!* » (Dally). A vrai dire, les tables défectueuses, pour écrire ou travailler à l'aiguille, les vêtements carcéraires produisent chez les filles d'autres déviations et même des *déplacements de viscères* abdominaux, extrêmement graves à celles dont la destination est d'être les mères de la génération à venir. Rien que la position assise prolongée congestionne les organes contenus dans le bassin.

On accuse encore l'école de pousser au développement de la *phthisie*

(*) A, attitude vicieuse (reins creux). — B, attitude normale.

pulmonaire, tant par l'influence de milieu (air animalisé) que par ce fait spécial que l'enfant assis, lisant ou écrivant, penché sur son pupitre, ne respire que d'une façon superficielle, ne développe pas son thorax ni ses muscles pectoraux. C'est dans ces conditions qu'il y a précisément inertie des sommets pulmonaires, le siège de prédilection du tubercule. A Berlin (Finkelnburg), sur 100 enfants qui succombent à chaque âge, il en meurt de phthisie pulmonaire : 4,81 de 5 à 10 ans; 12,96 de 10 à 15 ans; 31, 88 de 15 à 20 ans. Malgré cette gradation en rapport avec le développement de la scolarité, on ne pourrait affirmer que le lien étiologique est réel qu'en apportant une statistique différente, empruntée à des individus qui ne fréquentent point les écoles. En réalité, on présume, comme Peter, l'influence de l'école sur le développement de la phthisie par ce que l'on sait de l'influence meurtrière de la vie en commun (casernes, couvents, ateliers). Pour cette raison de sédentarité, la phthisie frappe plus les écolières que les garçons (Raseri). Le remède et la prophylaxie consistent à rendre absolument salubre le milieu atmosphérique scolaire. Une école spacieuse, facile à ventiler et à ensoleiller par de grandes fenêtres et de vastes baies; des évacuations fréquentes et prolongées du local par les élèves; du mouvement de ceux-ci à l'air libre; la propreté intérieure et personnelle; voilà de sûres garanties contre l'action des causes générales de la phthisie.

Du même coup, ce sont encore les préservatifs de la *scrofule* et de l'*anémie scolaire*.

Névroses. — Les mauvaises pratiques pédagogiques ne sont pas étrangères au développement des maladies nerveuses, hyperesthésie, neurosthénie, lenteur intellectuelle, altérations profondes des facultés cérébrales (G. Lagneau, Peter). Un certain nombre d'élèves sont obligés d'arrêter le cours de leurs études par fatigue intellectuelle. « Parmi ceux qui s'obstinent (J. Rochard), plus d'un arrive à la folie ou meurt d'une méningite. »

Les côtés par lesquels l'instruction de la jeunesse peut être rendue responsable sont : l'instruction prématurée; l'uniformité des doses du travail imposées à tous les élèves, qui n'ont cependant pas tous le cerveau d'une égale capacité; le caractère abstrait des études, à une époque précoce; l'excessive variété des devoirs à faire et des matières à élaborer le même jour (dans quelques écoles, c'est déjà un travail pour l'élève de se rappeler toutes ses obligations du jour); enfin et surtout, le manque flagrant d'équilibre entre la culture du physique et celle du moral (Voy. EXERCICE). L'homme qui pense n'est pas « un animal dépravé », ainsi que l'a soutenu J.-J. Rousseau; mais il faut penser à temps et dans la limite de ses forces.

Arrêt de développement. Inaptitude au service militaire. — Brouardel a signalé une variété d'arrêt de développement, qui lui paraît spéciale à certains « petits prodiges » des écoles de grandes villes, de Paris par conséquent. L'enfant tourne au *féminisme* physique et moral, vers l'âge de douze ou treize ans; il ne grandit plus que du buste; les seins se développent, les testicules et la verge restent à l'état enfantin; l'intelli-

gence reste superficielle et le jeune homme a des tendresses féminines.

Nous avons, autrefois, fait remarquer combien est fréquente l'insuffisance du périmètre thoracique chez les jeunes gens qui entrent à l'École de Saint-Cyr, après avoir subi la vie scolaire moderne. Finkelnburg, en Prusse, constate que 80 p. 100 des jeunes hommes qui se présentent au volontariat sont impropres au service. En France, Lagneau, relevant onze années des Comptes-rendus sur le recrutement, obtient une proportion de 540 jeunes gens propres au service pour 1,000 inscrits en général; 1,000 bacheliers, au contraire, ne donnent que 425 hommes propres au service.

Maladies contagieuses. — L'école ne crée pas de maladies contagieuses; mais elle prépare l'économie à se laisser envahir par certains organismes pathogènes (*tuberculose*, *fièvre typhoïde*) et elle constitue le meilleur moyen de dissémination des contages et de constitution des foyers épidémiques (*variole*, *rougeole*, *scarlatine*, *diphthérie*, etc.).

Prophylaxie générale. — Il y a, certainement, une réforme considérable à introduire dans les pratiques universitaires actuelles. Les programmes d'études doivent être allégés des objets inutiles ou hors de la portée des élèves; l'instruction de l'enfance et même de la jeunesse ne sert pas tant par la somme des connaissances acquises que par la gymnastique cérébrale qu'elle a fait faire et les aptitudes intellectuelles qu'elle a développées chez le jeune homme, en face du grand combat pour la vie. Il y a de sérieuses modifications à apporter dans les dispositions qui multiplient actuellement, d'une façon exorbitante, le nombre des jeunes filles aspirant aux fonctions d'institutrices. Pour les deux sexes et à tous les degrés, il faut restreindre le nombre d'heures affectées au travail intellectuel, le proportionner aux âges, comme les tables-bancs, et diminuer le travail à la maison. En supprimant les exercices ou leçons sans portée, on pourra laisser aux enfants les huit à neuf heures de sommeil qu'a justement réclamées Hardy, ne plus les faire lever à cinq heures du matin et les obliger à donner aux soins de propreté corporelle le temps nécessaire.

A l'étranger, Hosæus et W. Fricke demandent l'abandon du grec et du latin; Boodstein, à la réunion des hygiénistes des provinces du Rhin, à Dortmund (1882), veut que six heures par semaine soient consacrés à des exercices corporels, indépendamment de deux heures affectées à la gymnastique proprement dite. « Les heures d'exercice, pour les garçons, dit l'une de ses propositions, ne doivent avoir pour but ni la préparation militaire exclusive ni le simple développement de la force et de l'agilité; on doit poursuivre le développement physique sous tous les rapports, l'adresse, la vigueur, l'audace, la docilité parfaite et l'accoutumance aux exercices communs, et, finalement, le plaisir dans des jeux libres et de bon goût. » Wiedemann (Leipzig), montre comment, avec des méthodes modernisées, on pourrait employer beaucoup moins de temps qu'aujourd'hui à enseigner les langues anciennes, les mathématiques. Léo Burgerstein (de Vienne) voudrait voir reprendre, *à l'éducation*, quelque chose du caractère élégant qu'elle avait chez les Athéniens et qu'elle revêt encore dans les collèges aristocratiques d'Angleterre, Eton, Winchester, Rugby. Il faudrait organiser, à l'intention des élèves, des exer-

cices d'escrime, de danse, des courses à patins sur la glace, des parties de bateau et même de véritables jeux, bien *moins enseignés que surveillés*.

Ce qui se dégage de plus clair de la discussion qui eut lieu, à l'Académie de médecine en 1887, c'est que nous souffrons plus encore de la *sédentarité* que du *surmenage* scolaire. On peut faire beaucoup de besogne intellectuelle sans danger, avec un cerveau moyen, pourvu que l'équilibre soit maintenu à l'aide de l'exercice physique, de la tonification du tégument par l'eau et l'air, de l'excitation pulmonaire intermittente, de repos convenables et, on n'en parle pas assez, d'une *alimentation* remplissant les conditions exigées par la physiologie et l'hygiène.

Le *régime* des enfants doit comporter, par jour :

	Albumine.	Graisse.	Hydrocarbonés.
De 10 à 11 ans (Sophie Hasse)...........	87,75	108,72	255,96
De 12 à 14 — (Camerer)................	64,50	39,80	271,60
De 14 à 15 — (Uffelmann)..............	79,00	48,00	270,00
De 8 à 15 — (W. Schröder)............	87,40	49,50	508,20
Id. (Voit).....................	79,00	35,00	251,00

Selon Javal, il n'y a pas de raisons pour donner un repas chaud, à midi, aux élèves des écoles primaires ; il faut leur laisser prendre leur repas froid, dans le préau couvert ou même dans la cour, s'il fait beau ; le moins possible dans la classe. A Paris, néanmoins, le Conseil municipal a installé dans ses écoles des *cantines scolaires* qui, selon Mangenot, rendent d'immenses services. Javal ne veut de réfectoires que pour les externats primaires supérieurs et les Écoles normales, avec quatre repas par jour, à 6 ou 7 heures, vers 11 heures, à 2 heures et immédiatement avant le coucher. On donnera de la viande, du poisson ou des œufs, du vin ou de la bière à deux de ces repas.

Le *vêtement* des enfants des écoles primaires est presque toujours suffisamment chaud (Javal), mais rarement assez propre. On est obligé de prescrire aux fillettes d'être sans bonnet en classe ; en revanche, les parents évitent de leur mettre ces vêtements dits *salissants*, qui imposent la propreté parce que les taches y sont aisément visibles.

Dans les *écoles normales*, les élèves seront surveillés au point de vue de la netteté de leurs vêtements et chaussures. Ils porteront des caleçons de toile ou de coton, changeront de chemise deux fois par semaine, de draps tous les quinze jours.

Nous n'entendons guère que les hygiénistes s'occupent de l'*uniforme* des lycées, qui n'est pourtant pas sans reproches.

Voyages de vacances et colonies de vacances. — Les *voyages de vacances*, dont les récits de Töpfer donnent une agréable idée, ont été pratiqués sur divers points, mais dans des limites restreintes. Ils ne sont, évidemment, à la portée que des élèves déja grands et robustes. A Lille, la Société du *Denier des écoles laïques* offre annuellement, aux enfants pauvres, un voyage de vacances qui se fait souvent à la mer ; on part, du reste, en chemin de fer. C'est une bonne journée, mais trop rare pour avoir des effets sérieux. Ce qui en a davantage, ce sont les *colonies de vacances ;* c'est-à-dire le séjour d'écoliers pauvres et maladifs des villes, loin de leurs demeures sombres et étroites, dans la montagne ou au bord de la mer, avec les

avantages d'une nourriture simple mais abondante et d'exercices corporels journaliers, sous la surveillance de bons régents ou de régentes (Varrentrapp).

L'âge de huit à quatorze ans, le sexe féminin, sont les meilleures conditions pour les candidats aux bénéfices de la colonie. On ne prend pas d'enfants positivement malades. On donne aux colons de bons vêtements et des souliers solides. Ils sont distribués par 15 ou 20, et leur séjour doit être un *vrai temps de vacances*. L'Allemagne, le Danemark, la Suisse, depuis 1876, ont adopté largement cette pratique. La France, Paris du moins, l'essaye depuis quelques années, sous l'impulsion d'Ed. Cottinet, administrateur de la caisse des Écoles. Au calcul de Varrentrapp, l'augmentation de poids des enfants, à la fin du séjour en colonie, dépasse de 4 à 8 fois l'augmentation normale. Quelquefois, l'augmentation est faible dans les quatre semaines qui suivent le retour ; mais après une deuxième période de quatre semaines, elle est considérable. Chez les enfants du IXe arrondissement de Paris, placés pendant un mois, en 1884, à Chaumont (Haute-Marne), Pompey (Meurthe-et-Moselle), Luxeuil (Haute-Saône), Saint-Dié (Vosges), l'augmentation de poids fut de 1^kil^,65 chez les garçons, de 1^kil^,833 à 2^kil^,833 chez les filles, qui profitent généralement plus. Il va sans dire que la taille et le thorax augmentent dans les mêmes proportions.

Au rapport de Dubrisay, 15 garçons et 16 filles des écoles du Ier arrondissement et de dix à douze ans, envoyés, les premiers à Gérardmer, les secondes à Compiègne, ont augmenté : les garçons, de 1^kil^,330; les filles, de près de 2 kilogrammes. Des enfants du XIIIe arrondissement avaient également séjourné à Gérardmer.

Il va sans dire qu'avec ou sans *colonies*, il faut à tous les enfants des *vacances*.

Nous nous rangeons volontiers à l'avis de Javal, qui les veut d'autant plus courtes que les enfants sont plus jeunes, sauf à les multiplier (1er janvier, Pâques, le moment des grandes chaleurs). Les plus longues seraient de trois semaines à un mois pour les élèves du degré supérieur, débarrassées, d'ailleurs, de devoirs et de répétitions.

Prophylaxie spéciale. — *Maladies contagieuses à l'école.* — Le gros *parasitisme* n'a besoin que d'un peu de surveillance et de lotions d'eau sédative ou de vinaigre. Les *teignes* semblent devoir comporter l'exclusion temporaire de l'école (voy. p. 846), quitte à leur faire l'école à l'hôpital, comme à Saint-Louis. Le règlement adopté par l'Académie de médecine, sur le rapport d'Hillairet, prescrit avec raison l'*isolement* des élèves atteints de *variole*, *rougeole*, *scarlatine*, *diphthérie*, *varicelle*, *oreillons*, pour un temps variable, dont les observations modernes ont modifié la durée primitivement établie. Il prescrit aussi la *désinfection des vêtements* et de la literie. On ne doit pas suivre les indications formulées en ce temps-là par l'Académie, mais recourir à la désinfection par la vapeur sous pression. Malheureusement, les particuliers ne sauraient posséder des étuves à vapeur et beaucoup de villes ne veulent pas encore les acquérir.

Nous pensons, avec Layet, que la fièvre typhoïde doit être rangée au nombre des maladies qui réclament l'isolement.

Inspection sanitaire des écoles. — L'inspection sanitaire des écoles est inscrite dans la loi française du 30 octobre 1886 et le décret du 18 janvier 1887. Aux termes de ce dernier, les médecins-inspecteurs communaux ou départementaux n'auront entrée dans les écoles qu'après avoir été agréés par le préfet : « leur inspection ne pourra porter que sur la santé des enfants, la salubrité des locaux et l'observation des règles de l'hygiène scolaire. » Ce serait déjà un vaste champ, si les médecins-inspecteurs l'exploraient, et si l'autorité municipale les écoutait. Nous avons, du reste, encore cinquante-cinq départements où l'inspection sanitaire des écoles ne fonctionne pas. Mais quelques villes, parmi lesquelles Lille, Douai, Roubaix, Avesnes, l'ont organisée pour leur propre compte; comme, à l'étranger, Bruxelles, par l'initiative de Janssens (1874).

En Angleterre et en Allemagne, les fonctionnaires sanitaires ont la surveillance des écoles dans leurs attributions. Mais il ne semble pas que ce mécanisme opère d'une façon très satisfaisante.

Enseignement de l'hygiène dans les écoles. — L'hygiène, sous une forme et avec des développements adaptés à chaque degré de l'organisme scolaire, constituerait à coup sûr un élément très rationnel de l'instruction. Cet enseignement, toutefois, convient surtout aux degrés déjà élevés et aux Écoles normales, puisque les futurs maîtres vont être appelés à comprendre l'hygiène et à l'appliquer (Fodor, Kuborn, Layet, Gauster).

Il conviendrait, sans doute, de donner à ces mêmes maîtres quelques notions de « *premiers secours* », en cas de chutes, plaies, fractures, luxations, brûlures, hémorrhagies, indigestion, syncope, etc.

Internats et Externats. — La fréquentation des écoles de n'importe quel degré se fait suivant l'un ou l'autre ou suivant une combinaison de ces deux modes essentiels : l'*internat* et l'*externat*. Dans le premier, les élèves passent tout leur temps à l'établissement d'éducation, y mangent, y couchent, y sont entretenus de toute manière; dans le second, ils n'apparaissent à l'établissement que pour la classe proprement dite et rentrent dans leur famille, qui se charge de leur entretien matériel et du reste de l'éducation. Entre les deux, il y a le système de la *demi-pension*, dans lequel l'élève passe toute la journée à la maison scolaire et y prend un repas, mais n'y couche pas et n'y séjourne pas aux jours de congé. Il y avait autrefois, en France, et il existe encore en Angleterre et aux États-Unis une pratique, qui porte le nom de *système tutorial*, et d'après laquelle des élèves de la campagne ou des petites villes, pour pouvoir suivre les cours au collège du chef-lieu, se faisaient loger et entretenir en ville, dans une famille de modeste aisance, mais de bonne renommée, qui faisait métier de recevoir ainsi, moyennant une rétribution abordable, un petit nombre de jeunes gens; ceux-ci n'étaient point les locataires d'un hôtel garni, ils devenaient les hôtes de cette famille et en étaient transitoirement les membres; par

conséquent, ils y étaient l'objet de soins affectueux et d'une surveillance point trop différente de la direction paternelle.

Il n'est pas difficile de se prononcer sur la valeur respective de ces divers systèmes. L'internat est déplorable à tous égards et particulièrement antipathique au vœu de l'hygiène, plus encore pour les garçons que pour les filles, dont le régime sédentaire est un peu la vocation. Il faut le réduire au minimum, et, puisqu'il reste nécessaire dans de certaines limites, pour les enfants qui n'ont dans la ville scolaire ni parents ni amis qui veuillent les recevoir et les diriger moralement, nous ne pourrons jamais assez réclamer l'installation d'*internats ruraux*, comme les jésuites, oratoriens, dominicains, ont eu le bon esprit d'en conserver ou d'en créer, et comme l'Université en a quelques-uns (Vanves, Cluny, lycée Lakanal, à Fontenay, les petits lycées de Montpellier, de Ben Aknoun, de Valence, de Saint-Rambert, etc.), ainsi que l'a rappelé le ministre Spuller, dans sa lettre du 10 décembre 1887 à l'Académie de médecine. Dans ces conditions, il est nécessaire que des maîtres soient logés à l'établissement; c'est une heureuse nécessité, qui permet aux élèves et aux maîtres de se revoir souvent en dehors des classes, de se connaître, de s'attacher réciproquement. Les premiers y prennent cette part d'éducation qui manque totalement à l'internat des lycées intra-urbains.

On pourrait ne conserver dans les grandes villes que les écoles primaires et un ou deux *externats*, pour les élèves de l'enseignement secondaire dont les parents habitent la ville.

Par ailleurs, il ne semble pas utile que les internats aient la physionomie de caserne, et que les élèves, encore des enfants, y soient soumis à des habitudes militaires. Il y a quelque chose à prendre aux Anglais, sous ce rapport. « Dans les *public schools* d'Eton, de Rugby, de Harrow, de Winchester, dit J. Rochard, les jeunes gens jouissent d'une liberté dont on n'a aucune idée dans nos établissements d'instruction. Dans les *boarding houses*, où ils habitent au nombre de dix à trente, ils ont leur petite chambre, qu'ils décorent et installent à leur guise et où ils sont libres de lire, de travailler ou d'écrire, à leur choix. Ils se lèvent quand ils veulent, étudient ou se promènent suivant qu'ils y sont disposés. » A Woolwich même, nous a-t-on assuré, les élèves sont libres de suivre ou de ne pas suivre les cours et exercices et de sortir quand il leur convient : seulement, quiconque rentre gris est mis à la porte, et celui qui répond mal aux examens est *fruit sec*. Il faut bien, après tout, laisser naître chez les jeunes hommes le sentiment de la dignité et de la responsabilité personnelles.

Les internats, urbains surtout, réclament impérieusement l'observation des règles qui ont été tracées à l'égard des habitations collectives. Les *dortoirs* devront y être spacieux, bien aérés et d'une population modérée; trente lits nous paraissent un chiffre compatible à la fois avec les exigences de l'hygiène et celles de la surveillance. Chacun de ces dortoirs doit être pourvu de lavabos et d'un cabinet d'aisances, avec appareil rationnel, pour les besoins nocturnes. On y entretiendra la propreté, plutôt en essuyant

au linge humide que par les balayages poussiéreux. La literie prendra l'air chaque jour et sera fréquemment renouvelée.

Bibliographie. — Perrin (M.) et Giraud-Teulon. *Rapport sur un travail ayant pour titre : Les livres scolaires et la myopie*, par le Dr Javal (Acad. méd., 23 mars 1880). — Alexi. *Zur Frage der Ueberbürdung der Jugend auf den Schulen* (D. Vierteljahrschr. f. öff. Gesdpflg., XIII, p. 407, 1881). — Blasius (R.). *Die Schulen des Herzogthums Braunschweig* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XIII, p. 417, 1881). — Heyman (E.). *Étude sur la composition de l'air dans les écoles* (Ann. d'hyg.. VI, p. 207, 1881). — Ory (E.). *Deux faits de déformations scolaires de la colonne vertébrale* (Rev. d'hyg., III, p. 993, 1881). — Hosæus (A.). *Die Ueberbürdung der Jugend mit Schularbeiten* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XIII, p. 533, 1881). — Pagliani (L.). *Un nuovo banco per gli Asili d' infanzia.* Milano, 1881. — Giaxa (V. de), *Igiene della scuola.* Milano, 1881. — Bertin-Sans (Ém.). *Le problème de la myopie scolaire* (Ann. d'hyg., VII, p. 46, 1882). — Vallin (Ém.). *L'éducation corporelle et l'hygiène scolaire* (Rev. d'hyg., IV, p. 89, 1882). — Riant (A.). *La myopie scolaire* (Ann. d'hyg., VII, p. 367, 1882). — Gariel. *Rapport de la Commission de l'hygiène de la vue dans les écoles.* Paris, 1882. — Martin (A.-J.). *L'Exposition scolaire* (Gaz. hebdom., p. 378, 1882). — Gellé. *L'ouïe dans les écoles* (Soc. biologie, 29 juillet 1882). — Du même. *Des conditions de l'audition dans les écoles* (Revue d'hyg., IV, p. 1058, 1882). — Creutz. *Die Schulbank von Vandenesch* (Centr.-bl. f. allgem. Gesdpflg., I, p. 68, 1882). — Fricke (W.). *Die Ueberbürdung der Schuljugend* (Centr.-bl. f. allgem. Gesdpflg., I, p. 93, 1882). — Varrentrapp (C.). *Ueber die bisherigen Ergebnisse der Feriencolonien* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XV, p. 37, 1883). — Dubrisay. *Sur le service médical scolaire* (Ann. d'hyg., X, p. 382, 1883). — Reinhard (H.). *Die Heiz-und Ventilationsanlagen in den Staatslehranstalten des Königreichs Sachsen* (Archiv f. Hyg., I, p. 305, 1883). — Boodstein. *Die Gesundheitspflege in der Schule unter Beleuchtung gewisser Reform-Vorschläge aus neuerer Zeit* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., II, p. 74, 1883). — Javal. *Hygiène des écoles primaires et des écoles maternelles; Rapport.* Paris, 1884. — Staffel (F.). *Die Kurrentschrift. Ein Beitrag zur Frage der Normalschrift und Normal-Heftlage* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., III, p. 43, 1884). — Du même. *Zur Hygieine des Sitzens nebst einigen Bemerkungen zur Schulbank und Hausschulbank-Frage* (Ibid., p. 403, 1884). — Schmidt (A.). *Die Reform der körperlichen Uebungen an unsern Schulen* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., III, p. 235, 1884). — Knott (W.). *Die Schulen der Stadt Mulheim-a.-R.* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., III, p. 243, 1884). — Du Claux (V.). *Jouets d'enfants* (Ann. d'hyg., XIII, p. 5, 1885). — Dally (E.). *De l'éducation intellectuelle et physique* (Rev. d'hyg., VII, p. 749, 1885). — Wiedemann (E.). *Ein Beitrag zur Ueberbürdungsfrage in Anschluss an einen Aufsatz « Universität und Schule. »* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., IV, p. 49, 1885). — Steffan (Ph.). *Inwiefern entspricht unser zur Zeit üblicher erster Schulunterricht den Anforderungen der Hygiene des Auges?* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., IV, p. 124, 1885). — Baginsky. *Die hygienische Beaufsichtigung der Schule durch den Schularzt* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XVII, p. 28, 1885). — Spiess (A.). *Zur praktische Lösung der Subsellienfrage* (Ibid., p. 285, 1885). — Cottinet (Ed.). *Colonies scolaires de vacances.* Paris, 1885. — Schneller. *Verbesserte Druckschrift für Schulbücher* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., V, p. 419, 1886). — Steffan (Ph.). *Unsere neue Schulgebäude (Schulpaläste) und ihr Einfluss auf die sogenannte Schulkurzsichtigkeit* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., V, p. 195, 1886). — Haussmann (W.). *Unser erster Schulunterricht* Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., V, p. 126, 1886). — Cohn (H.). *Ueber die Nothwendigkeit der Einführung von Schulärzten* (Zeitschrift f. Hyg., I, p. 243, 1886). — Dornblüth (Fr.). *Ueber Schutzmaassregeln bei ansteckender Kinderkrankheiten* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XVIII, p. 478, 1886). — Sormani (G.). *Della Ispezione igienica nelle scuole.* Milano, 1886. — Lagneau (G.). *Du surmenage intellectuel et de la sédentarité dans les écoles* (Acad. méd., 27 avril 1886). — Du même. *Du surmenage intellectuel et de la sédentarité dans les écoles; en particulier du degré d'aptitude militaire des jeunes hommes plus ou moins instruits* (Acad. méd., 8 mars 1887). — Du même, Brouardel, Dujardin-Beaumetz, Peter, Hardy, Trélat (U.), etc. *Du surmenage intellectuel et de la sédentarité dans les écoles* (Acad. méd., avril-août 1887). — Pompée (C.). *La maison d'école rurale.* Paris, 1887. — Burgerstein (Léo). *Die Gesundheitspflege in der Mittelschule.* Wien, 1887. — Drouineau (G.). *Règlement de 1882 sur les constructions scolaires* (Congrès pour l'avancement des sciences à Toulouse, 1887). — Delvaille. *Le surmenage intellectuel et les colonies sanitaires de vacances* (Ibid., 1887). — Dubrisay. *Note sur les colonies de vacances* (Bull. médic., 6 nov. 1887). — Mangenot. *De l'inspection hygiénique et médicale des écoles* Rev. d'hyg., VIII, p. 939, 1886, et IX, p. 299, 1887). — Wasserfuhr, Cohn (H.), Napias (H.).

Inspection médicale des écoles (Congrès internat. d'hyg. à Vienne, 1887). — Fodor, Kuborn, Layet, Gauster. *Enseignement de l'hygiène dans les écoles* (Ibid.). — *Durée de l'isolement des écoliers atteints de maladies contagieuses* (Acad. méd., 27 décembre 1887). — Layet (A.). *Écoles* (Dictionn. encyclop. des sciences médic.).

ARTICLE IV

LE GROUPE RURAL.

La santé et la vitalité des gens de la campagne sont supérieures à celles du groupe urbain. On se contente trop aisément, toutefois, de cette formule acceptée partout, et il semble que cette supériorité dispense les administrations et presque les hygiénistes de s'occuper des localités rurales. C'est là une tendance regrettable. La vérité est que la santé des paysans est en souffrance, malgré les chiffres, par cette raison que leur supériorité sanitaire est certainement moindre qu'elle ne pourrait et devrait être.

Influence du sol. — Les localités rurales supportent plus intégralement que les villes les *influences telluriques*. Toutes choses égales d'ailleurs, en ce qui concerne la situation topographique, l'altitude, le climat, les villages reposent sur un sol qui n'est presque pas modifié par l'industrie humaine et que le séjour du groupe ne transforme pas notablement, puisque le groupe est faible. Il est vrai que les influences banales du sol sont moins dangereuses que celles qu'il acquiert en supportant les humains ; mais, quand on n'est pas menacé par celles-ci, on devrait atténuer les autres.

Cette circonstance et la médiocre envergure de l'agglomération d'habitations font que les villages ne sont nullement protégés contre l'impaludisme, si le sol autour d'eux est malarial. Les faubourgs des villes, en pareil cas, font écran pour le centre, en étant eux-mêmes assez maltraités. Les villages, avons-nous dit ailleurs, « sont tout faubourg ».

C'est à leur intention d'abord qu'il y a lieu d'appliquer les modes d'assainissement du sol décrits précédemment (p. 134). La culture de la terre remplit naturellement cet office, pour une part.

L'air rural. — L'air qui circule dans les villages est vif et pur. Presque rien ne le sépare de la masse atmosphérique ni de ses mouvements. Il est peu riche en *microbes* et le sol gazonné le débarrasse de ceux que les villes lui envoient. Par une compensation fâcheuse, mais qui pourtant n'équilibre pas ce bienfait, l'homme des villages ressent plus exactement que le citadin les propriétés physiques de l'air, le froid et le chaud, la sécheresse, l'humidité, la pluie. Outre que la masse des bâtisses ne contrarie guère le jeu des météores, les maisons rurales sont des abris imparfaits et, surtout, les habitants de ces localités passent plus de la moitié de leur vie, par état, au milieu des champs et des bois, bravant toutes les températures et souvent surpris par les revirements brusques du thermomètre, par les orages, les averses. Les maladies banales, dépendant de la climatologie, sont donc

plus fréquentes à la campagne qu'à la ville. Cependant, le résultat définitif quant à la mortalité ne l'emporte peut-être pas autant qu'on pourrait croire ; parce que les paysans jouissent de la meilleure de toutes les protections : l'endurcissement.

L'habitation rurale. — Le groupe rural puise sa réelle supériorité dans ces deux faits : la *faiblesse numérique* de la collectivité et le *défaut de densité* de l'agglomération. En France, il y a 70 habitants par kilomètre carré, mais, alors que les villes en comptent 386, les habitants des campagnes ne sont que 50 par kilomètre carré (Loua). Cela prouve, malheureusement, que les campagnes se dépeuplent au profit des villes; mais cela explique la salubrité dans laquelle vivent les villageois qui persistent.

Cependant, envisagée au point de vue des souillures qui l'entourent ou la pénètrent, l'habitation rurale est loin d'être irréprochable. Il faut bien, pour qu'elle ne soit pas remarquablement insalubre, que les flots de l'Océan atmosphérique la battent incessamment ; d'ailleurs, quiconque a observé la vie des champs, sait que l'on ne rentre à la maison, les trois quarts de 'année, que pour y manger et dormir : moyen infaillible de ne pas en ressentir l'influence.

Le paysan économise les portes et les fenêtres, qui payent l'impôt. Il loge sa famille et lui-même au rez-de-chaussée de sa maison, parce que l'on y est plus tôt arrivé, et que le premier étage, plus sec, vaut mieux pour la conservation des grains et denrées. Il ne se préoccupe guère de faire la distinction de la pièce où l'on circule de jour, où l'on prépare les aliments, où l'on mange, de celle qui abritera le sommeil des siens. La propreté intérieure n'est pas dédaignée ; mais l'on revient souillé de boue et de sueur du travail des champs : on en rapporte une foule de choses et particulièrement des denrées alimentaires qui, pour peu qu'elles séjournent dans le logement, fermentent et sont un foyer d'émanations. Le maître fait volontiers communiquer sa chambre avec l'étable ou l'écurie ; il n'aime pas être trop loin de ses animaux. Les *écuries* elles-mêmes ont rarement l'ampleur, la hauteur de plafond, les baies d'éclairage et d'aération qu'il faudrait ; le sol en est très primitif, sans dalles ni pavés, n'ayant ni pente ni rigole pour conduire au dehors l'urine, si abondante, des herbivores. Le fumier n'en est pas enlevé assez souvent ; on le laisse sous les animaux le plus possible, pour que, tenant moins de place, il soit plus riche. D'ailleurs, quand on l'extrait, c'est pour l'accumuler, baignant dans une mare de purin, tout devant la maison. — Il est vrai que, pour les humains, il n'y a pas de *latrines;* ou bien elles sont tellement primitives, que c'est une autre menace pour le sol, l'air et l'eau, autour de l'habitation.

Ces circonstances font soupçonner que la *rue* n'est guère respectée. Ce n'est presque pas une rue, mais une chaussée inégale et négligée, que bordent des maisons auxquelles elle sert de dépôt d'immondices ; à moins qu'il n'y passe un grand chemin ou une route, que l'administration des Ponts-et-chaussées protège à ce titre. Là, du moins, il y a un sol en dos d'âne, des rigoles latérales pavées, et il est défendu aux fumiers de s'y étendre.

Ceci porte à croire que les villages pourraient être considérablement assainis, si les administrations d'arrondissement et celles des communes voulaient leur appliquer les règlements qui existent, toutes les fois que le législateur n'en a pas réservé l'obligation à des groupes d'un chiffre déterminé. La dispersion et la stagnation des immondices autour des habitations, l'insalubrité intérieure de celles-ci, offriraient un vaste champ à l'activité d'administrateurs intelligents.

Il est clair, en effet, que, malgré les avantages naturels que lui donne sa situation, la maison rurale reste soumise aux règles communes (1re partie, chap. V). Et il est si facile de l'étendre en surface, de donner aux pièces l'ampleur, la hauteur de plafond, les grandes baies d'éclairage et de ventilation, qui en assurent la salubrité !

Les *latrines* à la terre, les tonnes mobiles avec un absorbant très simple, semblent tout indiquées pour la maison des champs.

On ne saurait d'ailleurs, trop répéter aux paysans que leur propre santé ainsi que celle de leurs animaux exige l'application des règles de salubrité aux écuries et étables. Les hommes ne subissent pas seulement, ici, les influences de voisinage; ils séjournent fréquemment dans les écuries; les garçons de ferme y couchent même. Les données nouvelles sur la tuberculose ont imposé une attention particulière à l'égard de l'hygiène des vaches, chez qui la malpropreté, le confinement, favorisent la pommelière, d'où les menaces de propagation tuberculeuse à l'homme par les contacts, par la respiration dans une atmosphère où les vaches toussent, par le lait surtout. Les écuries et étables doivent donc avoir un sol peu élevé, en pente douce, avec un caniveau pour l'écoulement des urines, être hautes de plafond, percées de larges fenêtres et de cheminées ventilatoires entretenues soigneusement. Il faut en finir avec le vieux préjugé du respect aux toiles d'araignée dans les étables (Goubaux, A.-J. Martin, Bertin-Sans). Dans l'intérêt des gens et des bêtes, le fumier doit être enlevé deux ou trois fois par semaine; s'il séjourne aux alentours de la maison, ce doit être sur un revêtement imperméable ou tout au moins sur une pente qui dirige le purin en sens contraire de l'habitation. Le sol des étables sera lavé après chaque enlèvement du fumier.

Alimentation des paysans. — Dans presque tous les pays d'Europe, l'élément végétal y domine (farines, pain, pommes de terre, féculents, légumes frais, fruits). L'intervention de la graisse sous toutes ses formes en relève notablement l'infériorité. Ce régime est suffisant, puisque les ouvriers des champs accomplissent de grands et pénibles travaux, sans que la race en souffre. Pourtant, il est probable que les conditions seraient meilleures, si la viande y entrait pour une part plus sérieuse.

Les paysans n'ont guère jamais le scorbut; mais ils subissent de profondes disettes dans tous les pays où la culture ne porte que sur une seule denrée alimentaire et où les relations commerciales sont difficiles ou nulles. C'est encore chez eux que l'on voit les *maladies céréales*, ergotisme, pellagre, les accidents consécutifs à la consommation de grains mélangés d'ivraie, de nielle, le *lathyrisme*, etc.

Les *entozoaires* d'alimentation n'y sont pas rares. En France, toutefois, l'habitude de faire cuire exactement les viandes, qui s'est conservée à la campagne bien mieux qu'à la ville, protège sérieusement nos compatriotes.

Les *lombrics* intestinaux, assez communs, proviennent apparemment de l'eau des puits, dont l'orifice à peine entouré d'une margelle en bois admet l'eau de la pluie qui a lavé le sol environnant. Il va sans dire que les filtres sont inconnus. Notons aussi que les paysans, les enfants surtout, mangent sans précaution des fruits ramassés à terre, des herbes crues, cueillies à même dans les champs.

Nous avons parlé en son lieu de l'*approvisionnement d'eau* des villages. Pour ce qui est des *boissons alcooliques*, nous notons seulement que l'ivrognerie, en France du moins, n'est pas encore aussi répandue à la campagne que dans les centres urbains.

Le travail rural. — Il s'exerce aux champs, aux vignes, au bois.

Le *labour*, à la charrue ou à la bêche, est une cause d'attitudes, de callosités, d'arthrites, de déformations professionnelles. Les cultivateurs gardent presque l'inclinaison du corps en avant, vers la terre qu'ils travaillent sans cesse.

La *semaille* expose l'agriculteur à la poussière du blé chaulé (chaux, sulfate de cuivre, etc.). Dans le temps de la *fauchaison* et de la *moisson*, il subit les émanations odorantes des herbes coupées, probablement très inoffensives et qui ne sont pas la cause de la fièvre de foin (*Heu asthma*). Les barbes des épis, les aiguillons des chardons, les échardes de paille, causent des piqûres aux doigts, des panaris ; il y a une *ophthalmie des moissonneurs* qui paraît être provoquée par le traumatisme de la rencontre des épis avec l'œil. Dans toutes les opérations qui s'accomplissent au dehors, les cultivateurs sont exposés aux coups de soleil (*maladie des moissonneurs :* Martin-Duclaux, 1859), aux coups de foudre et aussi aux « coups d'eau », c'est-à-dire à toutes les conséquences du refroidissement brusque et de la répercussion sudorale par ingestion exagérée d'eau froide. Aujourd'hui que les machines à vapeur s'introduisent dans les grandes exploitations agricoles, on y est atteint d'acidents semblables à ceux de l'industrie, et spécialement de ceux qui résultent des explosions des *locomobiles*, que les constructeurs fournissent médiocres et que les cultivateurs se plaisent à chauffer à un degré plus élevé que celui pour lequel elles ont été construites (Cornut).

Le travail à la grange, le battage et le nettoyage des grains, ne se font pas sans une poussière abondante, moitié terreuse, moitié organique, qui, pour être sans spécificité, ne produit pas moins sur les organes respiratoires un énergique effet d'irritation.

La *culture des vignes*, indépendamment des conséquences générales du travail de la terre, entraîne l'exposition aux poussières irritantes, dans le temps que l'on pratique le *soufrage*. La profession de vigneron continue à être l'occasion d'*asphyxies* par l'acide carbonique, développé des cuves de fermentation.

Le travail au bois (*bûcherons, saboliers, charbonniers, vanniers*) s'accompagne de chutes du haut des arbres, d'écrasement sous le poids de ceux-ci dans l'abatage, dans le charriage ou le *schlittage ;* de plaies par instruments tranchants, dans le débit des arbres ; de panaris par échardes.

Ignorance de l'hygiène. — Les paysans, peut-être plus en France qu'ailleurs, sont encore en retard sous le rapport de la culture intellectuelle. Si ce défaut leur amoindrit les chiffres de la *criminalité* et ceux des maladies mentales, en revanche il entraîne l'ignorance des premières notions d'hygiène, la persistance d'une foule de préjugés et de superstitions et, par suite, une sorte de résignation fataliste vis-à-vis des fléaux morbides à prévoir ou déjà régnants. Nos villages ne se débarrassent que très lentement des vendeurs d'amulettes, des rebouteurs, des guérisseurs qui ont un « secret ». On y croit encore que les croûtes sur la tête des enfants sont une protection, que la présence des poux est une garantie de santé, etc.

Il y a, de cet état de choses, sinon un remède immédiat, du moins une garantie d'amélioration progressive et indéfinie dans l'*école primaire*, avec l'instruction *gratuite*, *obligatoire* et (nous ne le disons qu'au nom de l'hygiène) *laïque*. Il faut pour cela que l'école réalise deux conditions : 1° qu'elle donne une instruction solide, droite, scrupuleusement respectueuse de la vérité, dans laquelle des notions d'hygiène seront associées aux leçons de choses et de faits (agriculture et économie rurale surtout) ; 2° qu'elle soit elle-même un exemple et une application frappante d'hygiène. Il ne suffit pas que le mobilier scolaire, l'exposition, l'éclairage, l'entourage de l'école soient conformes aux règles modernes ; il est essentiel que l'on montre partout aux enfants la propreté en action, dans l'installation des latrines, du vestiaire, des lavabos et même de *bains-douches*, comme nous l'avons suggéré, ou d'une *buanderie* avec *baignoires*, ainsi que le propose Hurel (de Gaillon).

« Il faut que les locaux scolaires (circulaire du 15 juin 1876) présentent par leur étendue et leur disposition intelligente toutes les garanties désirables de commodité et de bonne hygiène ; il faut surtout que l'air et la lumière pénètrent abondamment dans les salles de classe. » L'enquête faite par Hurel sur 20 écoles rurales de Normandie lui a surabondamment démontré qu'aucune ne répondait entièrement au vœu ci-dessus exprimé et que beaucoup s'en éloignaient d'une façon déplorable. La statistique a, d'ailleurs, révélé qu'en France, sur 59,000 écoles communales, 34,000 ont des installations plus ou moins défectueuses ; que 20,000 ont un mobilier scolaire à créer ou à changer ; qu'enfin il y aurait plus de 17,000 écoles nouvelles à construire (A. Riant). Ce n'est pas une raison pour s'abstenir ; c'est même le contraire qu'il faut. Jamais les 20 millions nécessaires ne pourront être mieux placés.

Les maladies des paysans. — Les campagnes ne sont nullement à l'abri des maladies contagieuses ou infectieuses, transmissibles de l'homme à l'homme. Il est probable qu'en comparant deux groupes d'égale force, l'un urbain, l'autre rural, on trouverait chez l'un et l'autre la même proportion de varioleux, de rubéoleux, de typhoïques, etc., pourvu que le relevé statistique portât sur un laps de temps suffisamment prolongé. Il est même à prévoir que la *variole* se trouverait plus fréquente et plus grave à la cam-

pagne, parce que l'on y est moins soigneux de la vaccination et des revaccinations que dans les villes.

Mais les épidémies de ces affections spécifiques présentent, par rapport aux petites localités, ce caractère intéressant, qu'après y avoir fait un séjour de quelques mois ou, tout au plus, de quelques années, elles sont cinq, dix, quinze ans et plus, sans reparaître. Ce phénomène s'explique par la faiblesse même du groupe et la lenteur nécessaire du renouvellement de la population. Le fléau qui passe épuise la réceptivité de cette petite masse populaire ; il faut longtemps pour que les naissances aient refait un élément réceptif dans le groupe et pour que ceux qui ont subi la première atteinte aient perdu l'immunité qu'elle confère.

Ces conditions sont éminemment favorables lorsqu'il de s'agit de saisir sur le fait la contagiosité d'une maladie comme la *fièvre typhoïde*, qui ne se laisse pas aisément reconnaître cet attribut dans les grandes villes. On retrouve fréquemment le premier cas et la source où le premier malade est allé prendre l'infection. Et l'on en conclut, avec raison, à la contagiosité de la typhoïde. A vrai dire, on ne cherche pas si, dans les dix ou quinze ans qui ont précédé, des habitants sont revenus au village, sans rapporter la maladie, après avoir cependant séjourné, à la ville ou dans un autre village, dans l'atmosphère d'un typhoïsant. Ce qui prouve au moins, quand cela arrive, que la typhoïde n'est pas d'une contagiosité énergique.

Lorsque la fièvre typhoïde est ainsi apportée au village, ce n'est point toujours par un typhoïsant venu du dehors, mais d'ordinaire par un habitant qui est allé passer, à la ville ou au village voisin, quelques jours ou même quelques heures dans une maison où il y a un ou plusieurs malades, c'est-à-dire *dans un foyer*. Celui-là tombe malade chez lui, au retour, et fait dès lors aussi un foyer dans sa maison; ses frères, ses sœurs, sont les premières victimes; puis les amis ou parents, les voisins qui viennent lui donner des marques de leur intérêt.

Les souillures du sol et des eaux, la malpropreté à l'intérieur des habitations, la putridité, en un mot, ne manquent pas assez à la campagne pour que l'on ne puisse penser, avec le Dr Alison, que cette préparation, impuissante par elle-même, a merveilleusement favorisé le développement épidémique du fléau. On se reporte à la théorie du *substrat* nécessaire à l'évolution du germe, selon Pettenkofer. Le fait est que le germe typhique se conserve très bien, dans le sol apparemment, à la campagne, puisque, dans les observations d'Alison et d'autres analogues, la plupart des villages sont en puissance de l'épidémie pendant deux ou trois ans, mais de telle sorte que deux bouffées successives soient séparées par un intervalle de trois mois à un an.

Dans l'épidémie qui, de 1873 à 1878, parcourut le canton de Baccarat (Meurthe-et Moselle), Alison retrouve toujours le contage; mais celui-ci prospère d'autant mieux et conserve son activité d'autant plus longtemps que la putridité est plus manifeste dans la localité envahie. Le rôle de la putridité a paru tel à l'auteur qu'il a le plus souvent primé celui du contage et que celui-ci n'aurait pas atteint son effet sans celle-là.

Comme partout, le réveil des épidémies typhoïdes à la campagne est généralement estival ou estivo-automnal. On ne l'a vu que 22 fois sur 106 épidémies apparaître dans les mois froids. La fatigue des travaux d'été peut y être pour quelque chose, comme l'a pensé Gaultier de Claubry, en soustrayant à l'économie une

part de sa résistance; mais l'explication vraie est évidemment que la chaleur a déterminé la pullulation du germe dans les premières couches du sol et sa diffusion dans l'atmosphère.

Les autres épidémies, comme la *variole*, la *rougeole*, où le rôle immédiat du malade et la propagation par contact dominent l'expansion épidémique, sévissent plutôt en hiver, à la faveur de la concentration du groupe.

Le nombre et la fréquentation habituelle des animaux sembleraient exposer particulièrement les paysans aux *zoonoses*. Celles-ci, néanmoins, paraissent n'être pas plus fréquente au village qu'à la ville; elles le sont peut-être moins.

La *diarrhée* et la *dysenterie* n'y sont pas rares et proviennent des influences atmosphériques banales, mais surtout de l'usage de mauvaises eaux.

La *diphthérie*, commune aux villes et aux campagnes, serait un peu plus meurtrière dans celles-ci (Lombard, Varrentrapp, Finkelnburg). Dans la province du Rhin, de 1875 à 1879, le croup et la diphthérie ont fait, suivant Finkelnburg, 12,5 victimes sur 10,000 vivants à la campagne et seulement 10,3 à la ville. Ce serait le contraire en Suède (Chervin).

La *tuberculose*, contrairement aux vues de Bergeret, est un peu moins meurtrière dans les campagnes que dans les villes. Les occasions de contamination y sont plus rares et les causes dépressives générales, qui préparent le terrain au germe tuberculeux, y sont moins actives et moins répandues. Selon Villemin, alors que la mortalité phthisique, dans les districts ruraux anglais, est représentée par 3,5 décès p. 1000, elle est de 4 p. 1000 à Londres; 4,8 à Manchester; 6,4 à Liverpool. En France, la statistique des décès à la campagne est fort incertaine.

Les *maladies de cause banale* et principalement celles qui relèvent de la météorologie sont communes chez les paysans, qui subissent sans cesse ces influences. Cependant, il se pourrait que l'on dût diminuer ce cadre de la *pneumonie*, de la *pleurésie* peut-être et de quelques autres, dont on reconnaît tous les jours la spécificité.

Dans l'article qui va suivre, on trouvera de nouvelles comparaisons entre la ville et la campagne.

Médecine publique et assistance. — L'hygiène des communes rurales est confiée à leurs municipalités, qui en ont encore moins souci que les municipalités urbaines, parce qu'elles ignorent davantage de quoi il s'agit. Layet estime qu'avec une « direction sanitaire départementale » et des inspecteurs en nombre suffisant, on pourrait obtenir des administrations municipales qu'elles usent de leurs pouvoirs en matière de salubrité publique. Il faut, au moins, essayer.

Les secours médicaux, lorsqu'il s'agit d'individus riches, s'appliquent et se payent, à la campagne, comme à la ville. Pour les pauvres, on est encore à la recherche de la meilleure organisation. En Italie, les *Medici condotti* ou médecins de canton soignent les pauvres et surveillent l'hygiène

aux frais des communes, avec un traitement d'ailleurs dérisoire. En France, les *médecins cantonaux* fonctionnent pour le soin des malades seulement, là où ils existent. Un praticien *officiel* suscite toujours l'objection que les indigents n'ont pas le choix de leur médecin. En dehors des avis médicaux, de la consultation écrite et des médicaments distribués, il n'y aurait à peu près plus personne ni aucune ressource pour conduire le traitement des malades pauvres, pour secourir les vieillards malades, si, dans les petits villages, chacun ne s'employait pour venir en aide à celui de ses concitoyens qui souffre. Là, comme dit Du Mesnil, « il y a des pauvres, il n'y a pas d'indigents. » Dans les communes rurales de quelques milliers d'habitants, on ne se connaît plus et le sort des patients est moins assuré. C'est pour ceux-là que Du Mesnil conseille l'*hospice rural*, créé et entretenu par des communes syndiquées à cet effet. L'institution semble applicable aux localités qui environnent Paris.

Bibliographie. — Langsdorff (Th.-v.). *Ueber die Entfernung der Abfallstoff in den Landgemeinden* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspflege, XII, p. 624, 1879). — Riant (A.). *Revue d'hygiène scolaire* (Annales d'hygiène publ., 3e série, n° 9, 1879). — Hurel. *Les écoles de village dans un canton de Normandie* (Annales d'hyg. publ., 3e série, sept.-oct. 1879). — Alison. *Étiologie de la fièvre typhoïde dans les campagnes* (Arch. gén. de méd., 7e série, V, p. 5, 1880). — Loua (T.). *La population rurale en France. — La dépopulation des campagnes* (l'Économiste français, avril-juin, 1880). — Cornut (E.). *Explosions des locomobiles* (Bull. de la Soc. indust. du Nord de la France, 3e trimestre, 1879. p. 381. Lille, 1880). — Laugsdorff (Th.-v.). *Zur Typhusfrage* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XII, p. 277, 1880). — Van Gael (Ch.). *Étude au sujet de l'organisation d'un service médico-rural des indigents.* Bruxelles, 1881. — Finkelnburg. *Ueber den hygieinischen Gegensatz von Stadt und Land* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., I, p. 4, 1882). — Layet (A.). *Hygiène et maladies des paysans.* Paris, 1882. — Du Mesnil (O.). *Un projet d'hospice rural* (Rev. d'hyg., VIII, p. 127, 1886). — Cheysson, *Rapport sur un projet d'hospice rural* (Rev. d'hyg., VIII, p. 252, 1886).

ARTICLE V

LE GROUPE URBAIN.

On donne le nom de *ville* à toute agglomération comptant plus de 2,000 individus (Bertillon) ou plus de 5,000 (Fonssagrives). Il va sans dire qu'il y a des degrés et que l'on reconnaît des *petites villes*, des *moyennes* et des *grandes*. Ce sont des *centres* vers lesquels convergent les ressources d'alentour et où les familles humaines exercent les unes sur les autres ainsi que sur les milieux une influence qui donne à l'hygiène urbaine ses caractères spéciaux.

1° Topographie et construction.

Il y a des villes presque sous toutes les latitudes et aux altitudes les plus diverses, en plaine ou sur la hauteur, au fond des vallées, sur le flanc des collines. On regarde comme avantageusement situées celles qui s'élèvent au bord d'un cours d'eau, enjambant d'une rive à l'autre, dans une vallée très ouverte, s'étendant sur la pente douce d'une ou de plusieurs

collines, abritées des vents froids par quelques hauteurs à distance. La situation au bord de la mer est aussi, généralement, favorable.

La plupart des villes ont été bâties sous l'empire de préoccupations assez étrangères à l'hygiène. Il n'y a pas à les refaire, mais à apprécier la situation, à indiquer le moyen d'en tirer parti et, le cas échéant, à indiquer des modifications réalisables qui puissent l'améliorer.

Il va sans dire que les règles concernant le *choix* et la *préparation du sol*, la *bâtisse des maisons*, que nous avons développées au chapitre V de la Ire Partie, sont essentiellement faites pour les villes.

O. Du Mesnil fait connaître un projet de *Règlement sur la salubrité intérieure des maisons de Paris*, dont les principes ont été discutés par la Commission d'assainissement de la Seine, par la Commission des logements insalubres et coordonnés par les pouvoirs techniques. En voici les principales dispositions.

Les articles 3 à 14 sont consacrés à l'établissement des *fosses fixes* et à leur aménagement en vue de la sécurité des ouvriers qui y travaillent.

Art. 11. — Il sera établi dans chaque fosse un tuyau d'évent qui ne présentera sur aucun point une inclinaison de plus de 30 degrés sur la verticale et qui sera conduit jusqu'à 1 mètre, au minimum, au-dessus des souches des cheminées de la maison ou de celles des maisons voisines, si elles sont plus élevées.

Ce tuyau sera monté soit en poterie avec chemise en plâtre formant revêtement, soit en fonte, et son diamètre sera de 19 centimètres au minimum.

Art. 12. — Le ventilateur d'une fosse ne devra jamais traverser de pièces habitées, ni être compris dans l'épaisseur des murs.

A l'article 15 il est dit : « Les caveaux (des fosses mobiles) seront ventilés au moyen d'un tuyau d'évent établi dans les mêmes conditions que ceux des fosses fixes. Ils seront séparés des caves, couloirs ou dépendances quelconques de l'immeuble par des murs en maçonnerie ou par des cloisons en briques de 11 centimètres au moins d'épaisseur, enduites en mortier de ciment, avec une porte pleine qui ne pourra dans aucun cas ouvrir sur des pièces destinées à l'habitation. »

Le paragraphe 4 de l'article 24 porte que « les cabinets d'aisances, soit particuliers, soit à usage commun, seront approvisionnés d'eau, et leurs cuvettes seront pourvues d'appareils hydrauliques dans les conditions énoncées dans l'arrêté préfectoral du 10 novembre 1886, article 2 » (1).

Chauffage. — Art. 28. — Les fourneaux de toute nature servant à la préparation et à la cuisson des mets, qu'ils soient alimentés ou non par le gaz, seront surmontés d'une hotte munie d'un tuyau d'éventation.

Art. 29. — Les tuyaux de fumée servant aux cheminées, poêles, calorifères et fourneaux, s'élèveront au moins jusqu'à la pente supérieure des bâtiments sur lesquels ils se trouveront.

Art. 30. — Les foyers alimentés par le gaz et servant au chauffage des mets

(1) Art. 2. — 3° Tout cabinet d'aisances devra être muni de réservoirs et d'appareils branchés sur la canalisation, permettant de fournir dans le cabinet une quantité de 10 litres, au minimum, par personne et par jour.

L'eau, ainsi livrée dans les cabinets d'aisances, devra arriver dans les cuvettes de manière à former une chasse suffisamment vigoureuse.

Les appareils qui la distribueront seront examinés par le service de l'assainissement et devront être reçus par l'administration avant leur mise en service.

Toute cuvette de cabinet d'aisances sera munie d'un appareil formant fermeture hydraulique et permanente.

seront pourvus d'un tuyau d'évacuation, d'une section minima de 2 décimètres carrés.

Art. 31. — En cas d'éclairage ou de chauffage par le gaz, la ventilation est obligatoire :

1° Pour les locaux accessibles au public, tels que magasins, boutiques, bureaux, et ateliers ;

2° Pour les pièces, arrière-boutiques, entresols et sous-sols en communication directe et permanente avec des magasins, boutiques, bureaux ou ateliers ;

3° Pour les cuisines, loges de concierges et loges d'escaliers.

Cette ventilation doit être obtenue au moyen d'une ouverture d'au moins un demi-décimètre carré de superficie, pratiquée à la partie la plus élevée du local à ventiler et débouchant directement à l'air libre. Si cette dernière condition ne peut être remplie, le local où débouchera l'ouverture devra lui-même être ventilé par une ou deux ouvertures présentant une superficie totale d'au moins 1 décimètre carré et débouchant à l'air libre.

Ces dispositions ne seront pas applicables aux pièces, salles ou ateliers d'un volume de plus de 1000 mètres cubes, pour lesquels l'administration détermine, dans chaque cas, le mode de ventilation à adopter en tenant compte de la disposition des lieux, de l'importance de la consommation du gaz et des moyens de ventilation existant déjà pour d'autres motifs que l'usage du gaz.

Eaux pluviales et ménagères. — Art. 34. — Toute pièce servant de cuisine sera pourvue d'une pierre d'évier ou d'une cuvette d'eaux ménagères qui, l'une et l'autre, seront munies à leur partie supérieure d'une inflexion siphoïde, formant fermeture hydraulique.

Art. 35. — Il sera établi, pour le service des logements qui n'ont pas de cuisine, des cuvettes d'eaux ménagères à usage commun, dans chaque corps de logis, à raison d'une au moins par étage, y compris le rez-de-chaussée. Ces cuvettes seront en grès vernissé ou en fonte émaillée, munies d'une inflexion siphoïde, comme il est dit à l'article 34. Elles seront placées sur des points clairs et ventilés, contre un mur sur cour ou courette et communiqueront directement avec l'air extérieur.

Art. 36. — Les eaux ménagères provenant des cuvettes et des pierres d'évier seront directement reçues dans des conduites les amenant jusqu'au niveau du sol.

Le diamètre de ces tuyaux ne pourra être inférieur à $0^m,08$ ni supérieur à $0^m,16$.

Art. 37. — Lorsque la voie publique adjacente à la propriété ne sera pas pourvue d'un égout municipal, les eaux ménagères s'écouleront à niveau du sol au rez-de-chaussée depuis les tuyaux de descente jusqu'à la voie publique par des caniveaux ou gargouilles portant pente suffisante. Ces caniveaux ou gargouilles ne peuvent traverser aucun local habitable et doivent, en outre, être recouverts de dalles ou plaques de métal avec regards espacés de 5 mètres en 5 mètres au maximum.

Art. 38. — Lorque la propriété bordera une voie publique pourvue d'un égout municipal et que les tuyaux généraux d'évacuation de la propriété pourront déboucher directement dans l'égout public, lesdits tuyaux recevront les conduites d'eaux ménagères et les conduites d'eaux pluviales, dans les conditions énoncées dans l'arrêté préfectoral du 10 novembre 1886 : art. 2 (1).

(1) Art. 2. — 5° Le tracé des tuyaux secondaires, partant du pied des tuyaux de chute et des conduites d'eaux ménagères, sera prolongé dans les cours et caves jusqu'au tuyau général d'évacuation.

Il en sera de même pour les conduites des eaux pluviales si le tuyau d'évacuation peut recevoir ces eaux.

Le tracé des tuyaux devra être formé de parties rectilignes. A chaque changement de

Art. 39. — Le sol des cours et des courettes sera réglé avec pente suffisante pour assurer le prompt et facile écoulement des eaux pluviales.

Dans les cours, il sera établi, le long des bâtiments d'habitation, des parties pavées, dallées ou bitumées ayant au moins 1 mètre de largeur.

Le sol des courettes sera extérieurement dallé ou bitumé.

Les articles 40 à 42 prescrivent l'étanchéité des puisards et leur suppression le plus tôt possible : l'article 43 impose l'étanchéité des fosses à fumier. Dans l'article 44, on combat l'humidité des logements du rez-de-chaussée : « Les réservoirs, postes, cuvettes ou robinets d'eau à usage commun seront séparés des pièces habitées par des murs ou cloisons en matériaux imperméables et imputrescibles. L'écoulement des eaux de débord sera régulièrement assuré et le sol, autour des robinets d'eau, sera, dans un rayon d'un mètre, savoir : à l'intérieur, dallé, bitumé ou recouvert d'un revêtement en plomb, et à l'extérieur, dallé, bitumé ou pavé avec joints au ciment ou au bitume. »

L'article 45 interdit l'habitation des constructions neuves avant le *récolement* général opéré par les agents de l'administration.

Entretien des maisons. — Art. 47. — Les courettes dont la surface ne dépassera pas 9 mètres seront mises en état de propreté tous les cinq ans.

Art. 48. — Les parois intérieures des cabinets d'aisance à usage commun seront repeintes à l'huile à base de zinc, ton clair, au moins une fois tous les ans, sans préjudice des prescriptions qui pourront être reconnues nécessaires par la Commission des logements insalubres.

Art. 49. — Les chéneaux, gouttières, les cuvettes d'eaux ménagères à usage commun, les tuyaux de toute nature, les cabinets d'aisances à usage commun, les gargouilles, caniveaux, ruisseaux, baquets des dépendances communes, telles que cours, courettes, allées, etc, seront tenus constamment en bon état de propreté.

Sauf qu'il est obligé à un compromis avec les courettes, les caniveaux, les gargouilles, les puisards, qu'une hygiène urbaine complète doit faire disparaître, ce règlement, s'il est adopté, constituera évidemment un progrès.

Plan des villes. — Les cités anciennes ont un plan assez irrégulier, commandé quelquefois par la nature du terrain, par une pensée de défense. Les villes jeunes du Nouveau-Monde et quelques-unes de l'ancien sont régulières jusqu'à la monotonie. L'essentiel est qu'il y ait de grandes

direction ou de pente, il sera ménagé une tubulure ou un regard de visite et d'aération facilement accessible.

6° Lesdits tuyaux d'évacuation auront une pente minima de $0^m,03$ par mètre. Dans les cas exceptionnels où cette pente serait impossible ou difficile à réaliser, l'administration aura la faculté d'autoriser des pentes plus faibles, avec addition de réservoirs de chasse et autres moyens d'expulsion, à établir aux frais et pour le compte des propriétaires.

Le diamètre desdits tuyaux d'évacuation sera fixé sur la proposition des intéressés, en raison de la partie disponible et du cube à évacuer; il ne sera en aucun cas inférieur à $0^m,16$.

Chaque tuyau d'évacuation sera muni d'une tubulure de visite avec fermeture étanche placée en amont de l'inflexion siphoïde. Les modèles de ces siphons et appareils seront soumis à l'administration et devront être acceptés par elle.

Les tuyaux d'évacuation et les siphons seront en grès, vernissé intérieurement. Les joints devront être étanches et exécutés avec le plus grand soin, sans bavure ni saillie extérieure. L'emploi de la fonte pourra être autorisé dans le cas où l'administration le jugerait convenable.

Les tuyaux d'évacuation seront prolongés dans le branchement particulier jusqu'à l'aplomb de l'égout public.

artères allant du centre aux gares de chemins de fer, à l'embarcadère des canaux, et des rues de moindre importance faisant communiquer les grandes entre elles. Les unes et les autres circonscrivent des massifs ou *îlots* de maisons. Le quartier des affaires est au centre, l'industrie à la périphérie; entre les deux habitent les rentiers, les gens de lettres, les savants.

L'ensemble du plan doit être favorable à la distribution d'eau et à la canalisation des immondices.

Des places, des jardins, des promenades y sont ménagés, de façon à percer d'évents multipliés la masse de bâtisses. C'est le moyen de permettre à la ville de respirer.

Les rues. — Deux rangs de maisons alignées en face les unes des autres constituent une rue. Il n'est pas nécessaire que toutes les maisons d'un côté se touchent par le flanc ni que le pied du mur de façade soit contigu au trottoir. Sur divers points de Londres, de Berlin, de Nancy, les maisons sont séparées du bord postérieur du trottoir par une bande de terre plantée d'arbustes et de fleurs; la maison elle-même est entourée de jardinets; à Nancy, dans quelques rues neuves, ce sont deux maisons gémellées qui présentent cette disposition; à Lille, on se contente d'un jardinet sur la façade postérieure. Il doit y avoir de 20 à 35 p. 100 de surface non bâtie. Quand il y a un intervalle de flanc entre deux maisons, ou que des bâtiments élevés en arrière d'une maison en constituent une deuxième, la distance doit être de 3 à 8 mètres, selon que les constructions sont plus ou moins hautes, afin de ne pas laisser cet intervalle à l'état de puits ou de fente profonde.

La rue elle-même doit être assez large pour qu'il puisse y passer de deux à six voitures, selon les besoins (l'unité *voiture* est une largeur de $2^m,50$). La chaussée ne formant que les trois cinquièmes de la largeur de la rue et les trottoirs occupant les deux autres cinquièmes, c'est, pour le tout, au minimum, $2,50 \times 2 \times 1,66 = 8^m,30$ de largeur de rue.

Les règlements locaux (Paris, Lyon, Lille, etc.) comportent d'ordinaire des fixations, relatives à la largeur des rues, qui ne reposent sur aucune raison d'hygiène. Il a paru qu'il fallait *proportionner la largeur des rues à la hauteur des maisons*, en vue d'assurer à celles-ci un certain temps d'insolation directe, même dans les jours les plus courts de l'année. Des calculs exacts ont été faits à cet égard par A. Vogt, C. Flügge, Zuber, E. Clément, desquels il résulte que la largeur des rues doit croître à la fois comme la hauteur des maisons et comme les degrés de latitude. Ainsi, à Lyon (à 45°, 45′, 45″ lat. N.), les rues les mieux orientées, avec des hauteurs de maison $= 20^m,5$, devraient avoir une largeur de $24^m,38$ pour obtenir trois heures d'insolation de toute la façade au 21 décembre; $36^m,54$ pour quatre heures d'insolation. En revanche, sous 30° de latitude, il suffit de 12 mètres de large à une rue *méridienne*, avec une profondeur de 20 mètres, pour être assurée de trois heures d'insolation au 21 décembre.

Ces résultats nous semblent condamner dans tous les cas la hauteur exa-

gérée des maisons et indiquer la nécessité, pour les villes, de s'étaler en surface plutôt que de superposer les étages et les humains.

La majorité des hygiénistes se borne, du reste, à demander *que la largeur des rues soit au moins égale à la hauteur des maisons qui les bordent.*

Orientation des rues. — L'orientation la plus heureuse, au point de vue de l'insolation, est l'orientation dite *méridionale* ou *royale*, dans laquelle la rue est dirigée du nord au sud (dans le sens du méridien). A cet égard, il est donc à désirer que les grandes artères aient cette direction, les rues transverses ayant la direction *équatoriale*. Toutefois, dans les villes du nord, l'orientation méridionale, étant également *polaire*, s'ouvre d'une façon désagréable aux vents froids de l'hiver, et il est assez commun que l'on adopte une direction intermédiaire, S.-E à N.-O., par exemple. Pour une raison contraire, les villes du Midi inclinent aussi leurs rues sur le méridien.

E. Clément a pensé, avec raison, qu'il faut aussi établir le rapport de la largeur des rues à la hauteur des maisons, de telle sorte que la *luminosité* y soit suffisante, c'est-à-dire que les *rayons directs* de la lumière puissent parvenir jusqu'au fond des rez-de-chaussée. A son calcul, pour Lyon et pour toutes les villes qui ont un *degré actinométrique* analogue (12° en novembre et décembre, — plus faible qu'à Paris), il est nécessaire que la largeur des rues dépasse un peu la hauteur des maisons, si l'on veut conserver aux radiations lumineuses une intensité au moins égale à 9 degrés en parvenant jusqu'au rez-de-chaussée des maisons de 20 mètres de hauteur.

Longueur et direction des rues. — Nous avons dit les cas dans lesquels il faut de longues rues et ceux qui comportent des rues courtes. Le vent, s'engageant dans les premières, fait appel sur les secondes et ainsi s'opère la ventilation des villes. Cependant, il y a peut-être un excès dans la longueur de certaines rues nouvelles des grandes villes. On s'en aperçoit par les jours de grand vent ou de poussière. La monotonie de ces voies, qui n'en finissent pas, peut être diminuée par des inflexions dans le genre de celle du *Quadrant* de Regent-Street, à Londres. Nous pensons, toutefois, que Lausanne, Gênes, Alger, feront bien de supprimer leurs escaliers.

Ruelles. Passages. Impasses. — Les *ruelles* et les *impasses* doivent disparaître. Les *passages* ont quelques charmes pour le commerce et sont des abris pour les passants, en cas de mauvais temps. C'est cependant une situation d'hygiène critique, à laquelle on ne saurait subvenir qu'en élargissant les passages, en même temps que l'on restreint leur longueur, et en leur assurant des moyens de ventilation.

Boulevards. Places publiques. Jardins. — Toutes ces dispositions, qui, en se prêtant au mouvement urbain et aux communications nécessaires, diminuent la surface bâtie et ménagent, dans la masse des bâtisses, des réserves aériennes avec de la verdure et un lieu de promenade, ou même un rendez-vous de jeux hygiéniques, à la portée des enfants, des vieillards, des infirmes, des citadins pressés ou peu fortunés. C'est donc excel-

lent. Aussi, toutes les villes modernes qui ont l'hygiène à cœur s'assurent-elles ces ressources immédiates, sans parler des jardins ou bois extérieurs dont il sera question plus loin.

2° Le sol des villes.

Infection du sol urbain. — Le sol des villes est, au suprême degré, soumis à toutes les causes d'infection que nous avons indiquées précédemment (p. 94). Les immondices déposées à la surface (ordures ménagères, excrétions des animaux, fumiers, urines humaines, etc.) tendent à y pénétrer à la faveur des pluies. Quelques villes, hélas! pratiquent encore le *tout-à-la-rue*, et les excréments humains s'étalent autour des maisons. Ailleurs, cette masse putrescible et suspecte est collectionnée dans des fosses plus ou moins étanches, ou simplement projetée dans des *puits absorbants*. Dans les villes qui utilisent comme égouts les cours d'eau et les canaux qui les traversent, une part des matières fécales arrive toujours dans ces égouts improvisés et dangereux, dont le niveau d'eau est variable et qui, à l'époque de leurs crues, refoulent des eaux sordides dans la nappe souterraine. De ces fosses et de ces mauvais égouts résultent les *infiltrations* putrides et quelquefois spécifiques, dont il a été déjà question.

Ajoutons-y les souillures par la diffusion du *gaz d'éclairage* (voy. p. 687) et par les *inhumations*, dans quelques viles arriérées, qui ont encore des cimetières intra-urbains.

Nous avons suffisamment exposé, dans la Première Partie, comment ces infiltrations peuvent introduire des substances putrides et peut-être des organismes pathogènes *dans la profondeur* et par suite dans l'eau de la nappe souterraine, mais surtout forment une *couche superficielle* de boue, qui, plus tard, sera de la *poussière* et constituera des dangers positifs. Les microbes de la maison viennent surtout de la rue.

Protection du sol des villes. — Les habitations se protègent contre le sol par les moyens indiqués au chapitre V. La rue se défend par des pratiques spéciales que voici.

Chaussées. Revêtement du sol. — Le revêtement de la chaussée doit favoriser la circulation, tout en étant conforme aux règles de l'hygiène. Il s'exécute au moyen du *pavage*, du *dallage*, de l'*empierrement*, de l'*asphaltage*, du *cimentage* et de divers autres procédés qui mettent en œuvre le bois, le fer, le caoutchouc.

Le *pavage* se fait surtout avec les grès, le porphyre, le granite. Les blocs de grès ont, à Londres, 7 centimètres de large sur 15 de long; 10 à 15 de large sur 15 à 20 en Allemagne; 12 sur 18, 14 sur 20 à Paris, avec des hauteurs de 16 à 20 centimètres. Ils servent pour la chaussée; le porphyre et le granite s'emploient en trottoirs ou en bordures. En de certaines localités, on utilise la brique pour le pavage et, ailleurs, les cailloux de rivière, étêtés ou non. Le premier mode manque de résistance; le second est inabordable aux piétons.

La chaussée doit être *bombée* dans le sens transversal; la saillie, à Londres, est d'un soixantième de la largeur. Les pavés sont posés par rangées perpendiculaires à l'axe de la chaussée, avec des intervalles de $0^{m},02$ à $0^{m},025$ entre chaque pavé et entre deux rangées. Il importe de les établir sur une bonne *fondation* en béton ou en ciment. Le sable est une fondation détestable. On l'emploie à remplir les interstices des pavés.

Le pavé en pierres, presque toujours inégal et disjoint, protège mal le sol, rend la circulation des voitures bruyante et imprime au sol des villes une trépidation, pénible aux gens nerveux, douloureuse aux malades, aux fracturés, aux femmes qui souffrent d'une affection utérine.

Le *dallage*, usité à Turin, Milan, Florence, Messine, n'est pas à recommander aux villes où la circulation des voitures est un peu active.

L'*empierrement*, qui remonte aux Romains, a été remis en vogue, vers 1840, par l'Écossais John Mac-Adam. On le fait aussi sur fondation. Il est agréable au pied des chevaux et peu bruyant, mais poussiéreux ou boueux et, finalement, revient très cher. A Paris, la boue liquide qu'il verse aux égouts obstrue ces canaux et rend leur curage excessivement pénible et coûteux. On l'abandonne presque partout.

Il est volontiers remplacé, à Londres, Berlin, Paris, par le *pavage en bois*, qui a conquis les suffrages de P. Börner, Bazalgette, Haywood, Vallin, Vauthier, tandis que Wight, Lacazette, Barabant, lui sont défavorables ou restent sur la réserve. Ce recouvrement, bien fait, est silencieux, agréable, constitue un blindage exact du sol urbain et dure assez longtemps. Les dangers qu'il pourrait présenter sont : les altérations putrides du bois, les poussières ligneuses, les écrasements dus à ce que les piétons n'entendent pas venir les voitures. Or, la putridité paraît ne point se réaliser quand la fondation est bonne; les arrosages retiennent les poussières et les piétons deviennent d'autant plus prudents qu'ils savent devoir être moins avertis du danger. On emploie de préférence le sapin rouge de Suède, frais abattu.

L'*asphaltage* (*par coulage* ou *par compression*) est encore supérieur au pavage en bois (Haywood, O. Wight). Il est très répandu dans la Cité de Londres. Son côté faible est de se boursoufler par la chaleur en été et de se crevasser en hiver, au moins sous les climats extrêmes. Quand il est bien exécuté, ces inconvénients ne se réalisent pas aisément.

Nous nous bornons à mentionner le *cimentage* et le *pavage en fer*, essayé à Saint-Pétersbourg et à Cronstadt.

Trottoirs. — Les trottoirs sont une bande de terrain réservé aux piétons, de chaque côté de la chaussée, dont les sépare un rebord élevé de 15 à 30 centimètres, le long des maisons. On leur donne une pente légère vers la chaussée et l'on en garnit le bord de pierres résistantes, grès, porphyres, granite. Le recouvrement en dalles, ou surtout en asphalte, s'adapte au mieux aux trottoirs; on le fait aussi de carreaux en *ciment durci* (de Boulogne); quelques rues de Lille présentent ce dernier mode; les autres n'ont qu'un pavé un peu moins horrible que celui de la chaussée.

Les *bouches d'égout* s'ouvrent sous le bord du trottoir, taillé en encorbellement pour cet effet. Par dessus, s'élèvent les colonnes des lanternes à

gaz, les bornes-fontaines, les bornes postales, les kiosques à journaux, les urinoirs publics, etc. Il ne faut pas que la multiplicité de ces édicules entrave la circulation.

Ruisseaux de rue. — A la jonction de la chaussée avec le trottoir, on voit encore, dans les villes en retard, une dépression recouverte d'un pavage qui l'accentue et en fait un canal découvert ou caniveau ; c'est le *ruisseau* de rue. Sur ce canal tombent perpendiculairement les *gargouilles* d'eaux ménagères ou pluviales, coupant le trottoir et recouvertes plus ou moins exactement de plaques de fonte. Le revêtement du ruisseau n'est jamais guère assez exact pour que son contenu ne s'infiltre point dans le sol, et la pente n'est pas toujours assez décidée pour qu'il n'y ait pas stagnation et dégagement d'odeurs fétides. C'est une organisation barbare qui doit disparaître et disparaît en effet.

Enlèvement des boues et ordures ménagères. — La chaussée se fait à elle-même de la boue par son usure sous les roues des voitures et le pied des chevaux. Elle reçoit une part des excrétions de ceux-ci. Enfin, les habitants y déposent, d'une façon plus ou moins négligée, si l'on n'y pourvoit, ce que l'on appelle les *ordures ménagères*, c'est-à-dire les épluchures de légumes et de fruits, les détritus des repas, des fragments de papier ou d'étoffe, les produits du balayage intérieur et les déchets multiformes de la vie journalière. Autant de matières à putréfaction et à souillure du sol, si ces débris séjournent à sa surface.

Dans beaucoup de villes, les habitants déposent simplement les ordures. le matin, *en tas*, devant la maison. Le tombereau d'un entrepreneur, qui a traité avec la municipalité, passe et recueille chaque jour ces tas, dont une partie reste ou est éparpillée autour du tombereau, par suite de la hâte et de la brusquerie des ouvriers qui les collectent. Ailleurs, les ordures ménagères sont disposées devant la maison dans des récipients quelconques. A Paris, par l'arrêté du 24 novembre 1883, ces récipients ont été rendus obligatoires, et la manière de s'en servir a été déterminée, une fois pour toutes. Quelques personnes ont cru devoir réclamer, au nom des chiffonniers; mais, somme toute, la mesure est excellente et n'aurait besoin que de légères améliorations, spécialement en ce qui concerne l'étanchéité et la fermeture des récipients (Vallin).

On joint à ces déchets les rebuts des marchés, halles, casernes, le produit du balayage des rues, les boues.

Une grave question urbaine est celle de l'éloignement de ces boues et ordures (à Paris, environ 900,000 tonnes par an), de leurs dépôts et de leur utilisation. En France, les *dépôts de voirie* avoisinent les villes et sont une cause d'incommodité. A Londres, on trie des ordures ménagères les débris de coke et de charbon et tout ce qui peut servir de combustible; le reste est transporté en wagons, à prix réduit, à distance, pour servir d'engrais. Chez nous, cet engrais n'est pas recherché. Nottingham, Birmingham, Leeds; en Amérique, Milwaukee, Chicago, New-York, brûlent leurs ordures ménagères dans un four crématoire (*destructor*), après en avoir séparé les

chiffons, les métaux et ce qui peut servir d'engrais. Le produit de la calcination sert à faire du mortier ou à revêtir les routes.

Le *balayage* des rues se fait au moyen des balais ordinaires, râclettes, pelles, ou de machines roulantes, poussées par des hommes ou traînées par des chevaux (balayeuses mécaniques). A Paris, tout le service est assez bien fait, mais coûte de 7 à 8 millions par an. A Londres, la propreté des chaussées est assurée par des vieillards ou des enfants, volontaires, qui tendent la main aux passants pour se payer de leur peine (Barabant).

Ces dispositions doivent être complétées par le *lavage* des rues, du ruisseau de rue tout au moins, et par l'*arrosage* au tonneau ou à la lance. Londres dépense, dans ce but, 10 centimes au mètre carré, par an; Paris, 18 centimes. On a recommandé (W. Cooper, Houzeau, Vallin) l'arrosage avec des solutions de *sels déliquescents* ou à l'eau de mer (Boulnois).

Les *voies privées* ne sauraient échapper aux règles qui viennent d'être tracées.

Latrines et urinoirs publics. — Il est bien clair que le moyen d'empêcher les excrétions humaines d'atteindre le sol des villes, c'est de fournir aux visiteurs du dehors et aux passants des latrines convenables et des urinoirs assez multipliés. Paris, sous ce rapport, nous semble remplir à peu près toutes les conditions désirables. Il existe, sur toutes les grandes voies, des latrines (*chalets de nécessité*) construites suivant les règles que nous nous sommes efforcé de faire prévaloir (p. 757 et suiv.), gratuites ou n'exigeant qu'une rétribution insignifiante. Des urinoirs publics s'élèvent partout, rationnellement établis, bien irrigués, conciliant les exigences physiologiques avec celles de la pruderie la plus farouche, sans se dissimuler avec le soin qu'ils affectent, un peu sottement, à Londres. La surveillance municipale, au point de vue de la propreté, s'y exerce d'une façon évidente.

Les *puisards*, *puits absorbants*, *bétoires*, etc., condamnés en principe, disparaissent peu à peu des villes.

Excrétions humaines. Eaux ménagères. — La protection du sol des villes contre ce que l'on peut appeler *les immondices à domicile* est tout entière dans le choix et l'exécution d'un mode approprié d'*éloignement des immondices;* par conséquent, dans la suppression des fosses, fixes ou non, petites ou grandes, avouées ou dissimulées, et dans la pratique d'*égouts* rationnels, évacuant tout ce qu'ils peuvent recevoir. Nous n'avons rien à ajouter ici à ce qui a été longuement exposé plus haut (p. 696 à 793).

Canalisation du gaz d'éclairage. — (Voy. p. 680 et suiv.)

Inhumations. — (Voy. plus loin, p. 1229.)

3° L'air urbain.

L'air des villes est essentiellement le contraire de l'*air libre*. C'est lui qui, sans être notablement altéré dans sa constitution chimique (oxygène, acide carbonique), renferme surtout les gaz et vapeurs, les poussières mi-

nérales, organiques, ou organisées, dont il a été question dans la première partie (chap. III), la fumée dont nous parlerons à propos des villes industrielles. C'est dans les villes que s'est posé le problème de savoir si l'air qui a passé sur les foyers infectieux (hôpitaux) ne transporte pas à distance les germes pathogènes (Voy. p. 331).

Au point de vue des *propriétés physiques*, l'air urbain est caractérisé par les *atténuations* que l'agglomération des bâtiments, la force des groupes humains apportent à la météorologie. Il fait toujours un peu plus chaud et un peu moins froid dans les villes qu'au dehors ; les *vents* n'y soufflent jamais sans que leur force et leur direction ne se brisent quelque part ; l'*humidité* y donne lieu à des brouillards plutôt qu'ailleurs, à cause de la présence constante des poussières. L'air des villes est facilement *odorant* (il faudrait dire *malodorant*).

Finalement, il est affadi et moins tonique (moins *ozonisé*, disent quelques-uns) que l'air de la campagne.

Protection de l'air des villes. — Les mesures indiquées à l'égard du sol et toutes celles qui constituent l'hygiène de l'habitation sont faites pour préserver l'air urbain. Nous y joindrons une circonstance particulièrement adaptée à la situation, à savoir, les *plantations d'arbres* et les *jardins.*

Arbres et jardins. — Nous avons dit que les jardins intérieurs, les *squares*, les *parcs*, sont comme les poumons des villes. Il faut y joindre les *avenues* et les *boulevards*, également plantés d'arbres. C'est de l'espace libre, d'abord ; mais c'est aussi un moyen de décomposer l'acide carbonique de l'air des villes par la végétation, selon les vues de Chevreul et de Fonssagrives, et, surtout, d'assécher le sol, d'humecter l'air, et d'y mettre de l'ozone sous l'influence de la lumière (Pabst).

Les arbres des avenues diminuent la poussière et donnent de l'ombre dans les journées chaudes. Ils ne doivent pas s'apporcher des habitations assez pour y entretenir l'humidité. Alphand prescrit une distance de 5 mètres, et aussi 5 mètres entre deux rangées d'arbres. Il y a quelque 120,000 arbres dans Paris.

Les grands parcs intérieurs de Londres sont une caractéristique de cette ville. D'autres ont des promenades analogues à leur périphérie ; Paris, les bois de Boulogne, de Vincennes, le parc Monceau, les Buttes-Chaumont ; Berlin, le *Thiergarten ;* Lyon, la *Tète-d'Or ;* Bruxelles, le parc et le bois de la Cambre ; Lille, le Bois-de-la-Deûle ; Francfort-sur-Mein, le *Palmengarten*, etc.

Éloignement des causes de souillures. — Le côté prohibitif de la protection de l'air urbain consiste dans les mesures de voirie, dans l'interdiction des *établissements industriels*, au moins dans le centre de la ville, dans l'expulsion des animaux vivants particulièrement malpropres, vaches, porcs, lapins, volailles. Le besoin d'avoir du lait authentique a entraîné la tolérance des *vacheries* dans l'intérieur des villes. Ce système ne nous a jamais séduit, au point de vue des qualités du lait ; il est très suspect en ce qui concerne la salubrité du quartier renfermant un établissement de ce genre. Nous en reparlerons au paragraphe suivant.

4° Alimentation des villes.

L'alimentation des villes fait appel aux ressources de tout le pays environnant. On y apporte les produits de chaque jour et il s'y fait des approvisionnements, qui, en temps de disette, attirent les populations faméliques d'alentour.

Le pain. — En France, les citadins consomment de 400 à 500 grammes de pain par jour. Ce commerce est libre ; la *taxe officielle* d'autrefois est habituellement remplacée par une *évaluation officieuse* (publiée chaque quinzaine, à Paris).

La viande. — Nous avons fixé (p. 868) des notions suffisantes sur le rôle général de la viande et sa consommation dans les villes. Nous nous bornerons à présenter ici les considérations que réclament certains établissements liés à l'alimentation animale des villes.

Abattoirs et tueries. — Les grands animaux destinés à l'alimentation des villes, bêtes bovines, ovines, porcines, et les chevaux sont tués au domicile du boucher, c'est-à-dire dans une *tuerie particulière*, ou dans un établissement municipal, l'*abattoir*.

Toutes les viandes sortant des tueries particulières ne sont pas mauvaises ; mais c'est là que se dissimulent le plus aisément les bêtes affectées de phthisie, de péripneumonie, de charbon ou autre maladie contagieuse, et les cadavres d'animaux sacrifiés à la dernière période d'une maladie mortelle (Trasbot). D'ailleurs ces tueries sont incommodes et dangereuses pour les voisins.

A l'abattoir, il y a des règlements de police et une inspection. Aussi devrait-il y en avoir un dans toute ville de 10,000 habitants (Gobbin, de Görlitz) ou même au-dessous. L'abattoir doit être situé à la périphérie de la ville, relié à la gare des marchandises par un railway spécial, abondamment approvisionné d'eau. Le sol des écuries et des ateliers sera dallé en pierres dures, parfaitement cimentées, présentant une inclinaison légère vers une rigole étanche. Les murs intérieurs doivent être revêtus de ciment, de carreau, ou de tout autre enduit permettant les lavages à grande eau. On n'y laissera séjourner ni fumiers ni détritus solides putrescibles. Lorsque les eaux de lavage ne peuvent être versées immédiatement et intégralement à l'égout, il faut bien ménager, à une extrémité du bâtiment, des citernes de décantation et d'épuration, car, à aucun prix, l'on ne saurait admettre ces eaux sur la voie publique. Alors, ou bien l'on enlève ces eaux à la pompe, dans des tonneaux; ou bien, après décantation simple ou traitement par la chaux, on laisse écouler la partie clarifiée des liquides au ruisseau ou à l'égout, pour reprendre ensuite la matière alcalino-terreuse demi-solide, qui servira d'engrais. Dans les deux cas, ce sont des précautions compliquées, dont le résultat n'est pas toujours certain. Il serait infiniment plus simple et plus sûr d'expulser ces eaux animalisées par la flottaison souterraine.

L'ensemble des locaux comprend naturellement des *étables à contagieux*, des *échaudoirs* distincts pour chaque espèce d'animaux, des ateliers spéciaux pour la *triperie*, la *fabrication de l'albumine*, la *fonderie du suif*, etc.

Les animaux entrant à l'abattoir sont soumis à une *inspection* organisée en France conformément à la *loi du 21 juillet* 1881, mais qui fonctionne non moins bien à l'étranger, à Berlin par exemple. Un certain nombre d'animaux, atteints de maladies dangereuses, sont saisis et la viande en est dénaturée pour ne pouvoir servir que d'engrais. Quelques-uns sont simplement repoussés. Des procès-verbaux sont dressés dans des cas assez rares.

Il entre encore aux abattoirs de Paris et de Lille des viandes provenant des étaux de la ville ou de la banlieue, pour être vendues sur le marché de l'abattoir. Elles sont, de même, l'objet d'un examen attentif par les inspecteurs assermentés.

Viandes foraines. — On appelle ainsi des viandes arrivant du dehors par quartiers (il est défendu de les introduire en morceaux) pour gagner les halles et marchés. Ces viandes étant toujours suspectes, les municipalités se mettent en garde en imposant, comme à Lille, l'autorisation de la mairie, une déclaration de l'expéditeur, l'obligation de laisser les poumons attachés au quartier de devant, la *vérification*, aux Halles centrales, par un bureau spécial qui estampille les viandes admises.

Les chevaux sont abattus, à Lille, à l'abattoir unique. A Paris, il y a un abattoir hippique, à Pantin, où sont aussi estampillés les quartiers de cheval qui doivent entrer en ville.

Boucheries et charcuteries. — Ces établissements doivent avoir des parois imperméables, être ventilés, faciles à laver et ne compromettre ni le voisinage ni les habitants de la boucherie elle-même.

Halles et marchés. — Ceux de ces établissements où il se vend des viandes, du poisson, des légumes, doivent être construits en fer, ventilés par les extrémités nord et sud, avec des cloisons en briques ou des fermetures mobiles, en tôle ondulée, aux expositions est et ouest. L'éclairage peut être obtenu à l'aide de pignons vitrés d'un double vitrage, avec courant d'air entre les deux surfaces de verre, ou au moyen de lanternes à verres verticaux. Les portes seront munies de grillages contre les rongeurs. L'enlèvement des déchets et ordures doit se faire là, une ou deux fois par jour; la fin de la journée être consacrée au lavage des tables d'étalage, des ustensiles, appareils, et du sol, d'ailleurs dallé ou cimenté. L'installation des marchands de poisson est particulièrement à surveiller.

Marchés en plein air. — Il n'y a trop rien à dire des marchés aux *légumes* ou aux *fleurs* qui se tiennent sur des espaces larges, réservés à cet usage. Mais l'obstruction des trottoirs de la rue ou du boulevard par des *marchands au panier* ou par toute autre industrie, commune à Paris et à Lille, est positivement intolérable. A Londres, on semble plus convaincu que la rue est à tout le monde et ne saurait être accaparée, même momentanément, par qui que ce soit.

Le lait. — Il est consommé environ 250,000 litres de lait par jour à

Paris; 150,000 à Berlin. Grâce à une grande surveillance de la police sanitaire et aux laboratoires municipaux, le lait n'est probablement pas si mauvais dans les grandes villes que dans les moyennes. A Lille, il est généralement détestable, en raison du nombre des intermédiaires et de la nullité des moyens de contrôle à la disposition du public.

C'est le besoin de recevoir du lait sans l'intermédiaire malhonnête des colporteurs qui a poussé à la création des *vacheries* intra-urbaines, dont il faut dire un mot.

Vacheries intra-urbaines. — Nous avons signalé (p. 916) celles d'Allemagne et, spécialement, celle de Francfort-sur-Mein. Il est possible, paraît-il, d'arriver par ce système à des résultats satisfaisants pour les consommateurs, sans gêner les voisins. D'après les essais de Bourrit, dans sa *vacherie suisse à Turin*, il semble même certain que ce but est beaucoup plus facilement atteint que la philanthropie de l'entrepreneur n'est récompensée. Quoi qu'il en soit, on ne saurait, dans de semblables installations, exécuter trop scrupuleusement toutes les mesures qui ont pour but la santé des animaux et l'intégrité de leur lait. Ces mesures, ainsi que l'a formulé Goubaux devant le Conseil d'hygiène de la Seine, se réduisent à assurer au bétail l'air, la lumière et la propreté dont il a besoin, comme l'homme lui-même (A.-J. Martin). Les vacheries étant des *établissements classés*, elles sont susceptibles de conditions à remplir et de surveillance. Nous avons tracé les grandes lignes (Voy. GROUPE RURAL) de l'hygiène générale des animaux. Leur nourriture mérite l'attention à un égal degré. Les drêches ne devraient pas entrer dans le régime de vaches maintenues en ville pour donner un lait supérieur; aussi ne comprenons-nous pas bien les recommandations des hygiénistes à l'égard du collectionnement et de la conservation de cette denrée. On a raison, en revanche, de recommander des greniers à fourrages asséchés et sans voisinage compromettant. Les vacheries gagneraient, à tous égards, à s'installer à la périphérie des villes; les préfets de police le prescrivent. Mais il y a un Conseil de préfecture et les industriels s'en servent pour passer par-dessus le Conseil d'hygiène.

Alimentation des ouvriers des villes. — Les ouvriers des villes n'ont ni le temps ni les moyens de préparer ou de faire préparer leurs repas chez eux. Ils les achètent au dehors, les payent cher et les ont médiocres. C'est pour cela que l'on a créé des *fourneaux économiques*, des *cuisines populaires* (en Allemagne, *Volksküche*). A Berlin, depuis 1866, sous l'impulsion de Lina Morgenstern, quinze établissements ont été fondés, où l'on donne des repas à 20 ou 30 centimes. La Société couvre ses frais. En France, quelques grands industriels, Isaac Pereire (1879), le Bon-Marché, la Compagnie d'Orléans, ont mis des restaurants à la disposition de leurs employés et ouvriers ; les usines de Mulhouse fournissent des *réchauffoirs* à ceux des leurs qui veulent faire cuire eux-mêmes leurs aliments. V. Duclaux a signalé un entrepreneur parisien qui distribue 3,000 repas convenables par jour, à 80 et 90 centimes, et y gagne sa vie.

Boissons. — Nous n'avons rien à ajouter, sur ce sujet, aux chapitres II et VII (*Boissons alimentaires*).

Il serait, de même, superflu de reprendre le paragraphe Éloignement des immondices (p. 696), dont la partie technique vise essentiellement les villes.

5° La propreté des personnes.

Bains. — On se reportera à l'article général (p. 827). Nous saisissons, toutefois, cette occasion de noter que les villes de Reims et de Lille sont sur le point de posséder des *bains* avec *piscine de natation* et *lavoirs*, alimentés par l'eau de condensation des machines à vapeur et construits, à l'instar du Bain de la Société française des gymnastes nautiques (rue de Château-Landon, 31), par Ed. Philippe, fils de l'ingénieur Philippe qui, en 1845, avait commencé les travaux d'un grand bassin de natation, au quai de Billy, dont l'eau chaude devait être fournie par la pompe à feu de Chaillot.

Les *lavoirs publics* font naître, d'une part, la question des mesures à prendre dans le transport du linge sale, qui peut avoir servi à des contagieux, et celle de la souillure banale ou spécifique des eaux par les buanderies et blanchisseries. La première se résout par la désinfection et l'enveloppement des linges ; la seconde par la suppression des *bateaux-lavoirs*, l'éloignement des buanderies et leur déplacement en aval des villes, sur des cours d'eau de grand débit (Levieux).

L'*assainissement des effets*, *tapis*, *literies*, comporte un battage, qui n'entraîne que du bruit et une vilaine poussière, quand ces objets ont seulement servi à des individus sains, mais qui est plus inquiétant lorsque les effets proviennent de malades. Ce battage devrait toujours se faire dans les appareils silencieux et enveloppés, avec cheminée d'aspiration et combustion des poussières, qu'a signalés L. Colin. Les effets contaminés doivent préalablement avoir passé par l'étuve à vapeur (voy. p. 490). Ces règles sont entièrement applicables au *cardage des matelas* (Vallin).

6° La vie urbaine.

Bruits et cris des rues. — Le fond du bruit des villes est constitué par le roulement des voitures, plus ou moins retentissant selon le mode de pavage et selon la construction des véhicules. Les tombereaux de Lille sont particulièrement insupportables. Le sourd et incessant murmure urbain est coupé d'éclats dus à des instruments, cornets, crécelles, sonnettes, etc., employés par les spécialistes du petit commerce ; puis, par les cris des marchandes des quatre-saisons, des écaillères, et d'autres non moins assourdissants, que nous valent la liberté de la presse et les personnages amoureux de réclame et d'imagerie.

Tout cela n'est pas inoffensif au système nerveux des citadins et, dans tous les cas, c'est une désagréable compensation aux charmes de la vie des villes.

La circulation dans les rues. — A Londres, le principe que la rue est à tout le monde est pris au sérieux ; on s'arrange même pour que la réfection d'une chaussée, les travaux de canalisation, ne barrent point entièrement le passage. Les municipalités et les individus, en France, en prennent trop à leur aise sous ce rapport (Barabant).

Les voitures doivent prendre un côté de la voie publique ; à Paris, c'est la droite ; à Londres, la gauche. A Lille, elles prennent les deux côtés à la fois ; et l'on s'étonne du nombre des accidents !

Voitures publiques. — Les voitures dites *omnibus* doivent être spacieuses, aérées, munies de rampes et de balustrades à l'impériale. F. Brémond demande avec raison un procédé meilleur que celui qui existe aujourd'hui de faire monter les voyageurs, aux stations. On s'écrase au bord du marche-pied, pour s'apercevoir qu'il n'y a que trois places pour quinze clients.

Il y a quelques précautions spéciales à prendre pour la sécurité des piétons vis-à-vis des voitures de tramways, à vapeur surtout.

La surveillance des *petites voitures* doit faire obstacle au transport, par ces véhicules, de malades contagieux ou imposer la désinfection après. La plupart des grandes villes ont aujourd'hui des voitures spéciales pour cet office.

Réjouissances publiques. Foires. — Il faut bien concéder à notre espèce quelques jours de détente, d'endimanchement et de vacarme à vide. Mais nous partageons avec Frédéric Passy l'antipathie pour les fêtes foraines de longue durée, où s'accumulent des bêtes et des gens également malpropres, qui apportent fréquemment la variole aux villes et sont, chaque année, la cause de quelques morts d'hommes.

Les *sociétés de musique*, de *gymnastique*, de *tir*, sont plus louables, à condition que leurs réunions ne soient pas des prétextes à excès alcooliques.

Cafés. Brasseries. — Il est bon que ces lieux de réunion existent. Ils réclament une ventilation d'autant plus énergique que la fumée de tabac en est inséparable. La police sanitaire doit veiller à ce qu'ils ne deviennent pas des organes d'excitation à l'ivrognerie ou à la débauche (*brasseries à filles;* les *inviteuses*). Il semble que les administrations mettent quelque mollesse dans ce contrôle (A. Fournier, Diday), et il est certain que beaucoup de ces établissements sont un foyer de syphilis, comme les « débits de vin » en sont un autre pour les soldats (L. Colin).

Nous toucherons de nouveau à ce point de vue, à l'article Syphilis (Voy. plus loin : Les malades et les maladies). Mais nous signalerons ici la *provocation publique*, qui s'exerce avec tant de cynisme et tant de dangers, à Paris, sur les boulevards et, dans toutes les grandes villes, sur les promenades, dans les rues fréquentées, autour des gares de chemin de fer.

Théâtres. — Il appartient aux municipalités de les faire spacieux, de les éclairer, de les aérer et de les chauffer (Voy. p. 601). Des catastrophes éclatantes, malheureusement trop répétées de nos jours, imposent l'obligation de rechercher à tout prix, pour les théâtres, l'incombustibilité de leurs matériaux de bâtisse et celle des divers appareils et décors indispensables à leur fonctionnement. Comme l'incombustibilité elle-même peut encore, un jour, être en défaut, il est de rigueur de ménager à la salle des issues

nombreuses, larges, aisément abordables. Les projets présentés à l'Exposition de Berlin en 1883 (Kühn) comportaient surtout l'indépendance de la salle et de la scène, la séparation d'avec celle-ci des magasins d'accessoires et costumes. Ém. Trélat formule les règles suivantes : 1° *supprimer la capacité incendiaire de la lumière et l'inflammabilité des objets qui remplissent la scène* (éclairage électrique, enduits de silicate de potasse, de borate de soude, de tungstate de soude et d'ammoniaque, amiante, appliqués à l'envers des décors selon le procédé Guimet) ; 2° si l'incendie se déclare néanmoins, *couper les voies au feu du côté de la salle* (rideaux, portes) *et ouvrir les sommets de la scène;* 3° si le feu a franchi la scène, *assurer le sauvetage des spectateurs* (issues nombreuses, couloirs et escaliers s'élargissant à mesure qu'ils se rapprochent de la porte ; pas de contre-courants).

Éclairage des villes. — Le gaz d'éclairage prédomine encore ; mais il commence à faire place à la lumière électrique, par incandescence plutôt que par l'arc voltaïque. Elle a déjà obligé le gaz à perfectionner ses procédés et ses appareils, à adopter les becs multiplicateurs, à flammes convergentes, de la Compagnie parisienne, les becs à flamme renversée de Siemens (Voy. p. 692). Londres, Berlin, Paris, Bruxelles, ont un grand nombre de places et de rues importantes éclairées à la lumière électrique et étendent chaque jour la méthode. Beaucoup de gares de chemins de fer en font autant.

Quel que soit le système, il faut que les candélabres ne soient ni disgracieux ni gênants.

Accidents de rues. Secours. — Les accidents à *prévenir* d'abord, à *réparer*, ensuite, sont : les chutes de piétons, les contusions et écrasements par les voitures, les chutes de cheval ou d'un équipage ; des ouvriers blessés en des travaux publics, précipités d'échafaudages ; les accidents de canotage, les submersions ; les coups ou blessures reçus dans des rixes ou par attentats.

En 1883 (Bertillon), il y avait eu, à Paris, 3,109 accidents enregistrés à la préfecture de police, dont 400 mortels. Dans le nombre, on comptait 1,474 accidents de voiture.

La *prophylaxie* est le point capital vis à vis de ces accidents et regarde la police urbaine. Défendre et punir les négligences des cochers, charretiers, laitiers, garçons bouchers, camionneurs, qui compromettent la sécurité des piétons ; rendre responsables les propriétaires des voitures et des chevaux, obliger les entrepreneurs à établir des échafaudages absolument sûrs, les couvreurs à se rattacher à une corde solidement fixée ; élever des parapets le long des rivières ; surveiller et réprimer le canotage des enfants et des gens ivres : telles sont les mesures les plus pressantes et les meilleures, puisqu'elles visent à prévenir les catastrophes.

Pour ce qui concerne le *remède*, Paris a des *postes de secours aux noyés*, le long de la Seine, 151 *boîtes de secours* déposées aux postes de police intérieurs. Lille a des lignes humaines, des gaffes, sur les bords de la Deûle,

et des boîtes de secours, dont personne n'est d'ailleurs chargé de se servir.

A Berlin six « postes de santé » (*Sanitäts-Wachen*), ouverts de 10 heures du soir à 6 heures du matin, avec quatre médecins et trois aides, possèdent les instruments, appareils, médicaments nécessaires aux opérations chirurgicales, obstétricales et aux soins médicaux. Cette ville a décidé la création de postes de secours aux noyés, comme à Paris, Londres, Lübeck, Hambourg, Amsterdam (Wasserfuhr).

Paris a les *médecins de nuit*, organisation due à l'initiative du Dr Passant, mais qui n'a pas réussi à Lille et semble entachée de quelque faiblesse native.

En 1881, Esmarch a fondé, à Kiel, la Société des Samaritains (*Samariter-Verein*), qui a aujourd'hui quatre-vingts comités affiliés, en Allemagne, et prépare des brancardiers civils, sous le protectorat de la vieille impératrice Augusta.

Ambulances urbaines. — H. Nachtel, après dix ans de méritoires efforts, a réussi à acclimater à Paris cette institution qui fonctionne depuis longtemps à New-York. Dans les principaux hôpitaux de cette ville, deux médecins, logés à l'hôpital et placés sous la direction de l'Assistance publique, sont chargés de répondre à tous les appels, en cas de maladie subite ou d'accidents arrivés sur la voie publique. Ces accidents sont signalés par voie télégraphique. Une boîte spéciale, adaptée à un poteau télégraphique de couleur rouge, disposée sur les trottoirs à l'instar de nos becs de gaz, est pour ce but, à la disposition de tout citoyen, qui peut, en cas d'urgence, faire parvenir un signal d'alarme à l'hôpital le plus voisin, où tout est constamment prêt au départ, hommes, chevaux et matériel. Quarante-trois secondes après que l'alarme a été donnée, l'ambulance sort de l'hôpital. La voiture, fort semblable à nos *voitures Masson* de la guerre, renferme tout ce qui est nécessaire, transporte le médecin et, le long de la route, fait entendre une sonnerie qui oblige toutes les voitures à lui livrer passage (L. Lereboullet). En avril 1887, l'*Œuvre des ambulances urbaines*, favorisée par l'Académie de médecine et le Conseil municipal de Paris, a inauguré son premier poste central de secours à l'hôpital Saint-Louis. Vingt-neuf postes avertisseurs, dans l'intérieur de la ville, sont reliés par le téléphone au poste central.

A Bruxelles, cet organisme fonctionnne d'une façon remarquable sous les auspices du Bureau d'hygiène.

Hospitalité de nuit. — Les *asiles de nuit* ont pour but de donner un abri momentané, un bain quelquefois, un repas le plus souvent, à ces individus assez nombreux dans les villes qui, par misère ou par indifférence, passeraient la nuit sur un banc dans les promenades publiques, sous une porte cochère ou dans quelque recoin.

A Paris, l'*Œuvre de l'hospitalité de nuit* a trois refuges de cette sorte pour hommes. La Société philanthropique en a trois pour femmes et enfants. Le Conseil municipal vient (1887) d'en créer un, rue de la Bûcherie, qui recueille environ 1,500 personnes par mois.

Berlin a aussi un asile de nuit municipal, sans parler de ceux du *Berliner Asyl-Verein* et de la Maison des familles (*Asyl für obdachlose Familien*).

Il faut rapprocher de ces institutions secourables les *Sociétés protectrices de l'enfance* et les divers services convergeant vers le même but; enfin, l'*Assistance publique*.

7° Les morts et les inhumations.

Dépôts mortuaires. — En dehors des *morgues*, établissements de police judiciaire qui ne doivent avoir aucun point de contact avec ceux dont il va être question, les *dépôts mortuaires* ou *obitoires* sont des locaux dans lesquels on dépose les corps des décédés, dans des conditions qui suppriment la promiscuité des morts et des vivants, à l'intérieur des habitations, tout en permettant aux familles de faire convenablement, à leurs proches, la veillée des morts. Ils sont appelés à rendre des services particuliers, en cas d'épidémie, et chez les ménages pauvres qui ne disposent parfois que d'une seule pièce. On les établit, d'ordinaire, au cimetière ou tout à proximité. Ils ne sont qu'un lieu de transition entre le domicile et la tombe.

La pratique des obitoires est très répandue à l'étranger. Souvent, le dépôt est obligatoire, comme à Munich et à Chemnitz (Flinzer). En France, on les ignore à peu près. En 1879, Du Mesnil, qui les proposa pour Paris, eut le tort, à notre avis, de prétendre placer l'obitoire aussi près que possible du quartier qu'il devait desservir. C'était presque rétablir les cimetières intra-urbains. Aussi la proposition n'a-t-elle pas eu de succès. En 1885, l'administration a accepté le projet d'un dépôt mortuaire qui serait situé rue Bolivar, desservirait les dix-neuvième et vingtième arrondissements, mais n'admettrait point les corps des personnes décédées à la suite de maladies épidémiques ou infectieuses. Cette création n'a donc plus qu'un intérêt médiocre pour l'hygiène.

Sépulture. — Les procédés actuels de sépulture se réduisent à l'*inhumation* et à la *crémation*.

Inhumation. — Les *cimetières* renferment des *caveaux* et des *fosses* proprement dites. On ne discute pas les caveaux, qui, représentant un espace vide creusé dans l'épaisseur d'un sol riche en matières organiques, se remplissent rapidement d'acide carbonique, ainsi qu'il résulte des expériences de Du Mesnil, et sont tout à fait capables de déterminer la mort des ouvriers qui y pénètrent sans de rigoureuses précautions. Il peut en arriver autant, on le sait, aux ouvriers qui descendent au fond d'un vieux puits, surtout s'il avoisine une fosse d'aisances, comme Descoust et Yvon en ont rapporté deux observations. Mais il n'en reste pas moins que l'habitude aristocratique et prétentieuse des caveaux est malsaine et n'est point à encourager.

Par ailleurs, l'enfouissement des cadavres au sein de la terre est une destruction méthodique d'une masse considérable de matière animale par quelqu'un des mécanismes que nous avons exposés (p. 98 et suiv.). Selon que les conditions naturelles sont plus ou moins avantageuses et les précautions sanitaires plus ou moins bien comprises et appliquées, l'opération de *transformation* organique est plus ou

moins réussie et inoffensive. Mais, malgré les assertions rassurantes de Du Mesnil, Miquel, Hofmann, Schuster, nous n'admettons pas que ce soit là une situation simple et qui ne puisse devenir dangereuse. Il paraît certain, comme le pense Du Mesnil, que les *vapeurs malignes* signalées par Haguenot (1771) n'étaient autres que l'acide carbonique, dangereux dans un espace restreint, mais non dans l'atmosphère libre; il semble aussi que la légende ait grossi les inconvénients de la présence, dans Paris, du charnier des Innocents, et les malheurs arrivés pendant sa translation (de 1785 à 1788). Pourtant, la peinture que Du Mesnil lui-même emprunte aux écrivains du temps ne fait pas regretter ce grand champ des morts et ne nous déciderait pas à entrevoir, avec Miquel, dans les cimetières intra-urbains, fussent-ils plantés d'arbres, un moyen d'assainissement des villes.

Le sol le plus favorable à l'établissement des cimetières est un sol léger, à pores moyens, dans lequel la *couche de transition* de Hofmann a quelque importance. Il faut, en effet, pour la décomposition des cadavres, de l'air, de l'eau et de la chaleur; cette opération oscille, comme toute décomposition organique, entre l'oxydation et la réduction, entre la combustion rapide et la putréfaction lente (Dans de certaines conditions, et principalement quand le sol des cimetières est saturé, il y a un troisième mode, la *saponification*). Si le fond des fosses arrive jusqu'à la nappe souterraine, la décomposition est retardée par manque d'air. Si la couche de terre superposée au cadavre a les pores trop grands, l'humidité fait défaut, la masse cadavérique se condense et la végétation des microorganismes nitrificateurs est entravée. Le sol calcaire, le sable, le gravier, sont bien supérieurs au sol argileux, pour l'installation des cimetières.

Les larves d'insectes jouent un rôle beaucoup moindre que l'on n'aurait cru, dans la destruction des cadavres; cependant, on trouve, dans les tombeaux, des insectes *sarcophages*, des diptères spécialement, ou leurs dépouilles. Mégnin pense même que cette circonstance peut aider parfois la médecine légale.

Les dangers des cimetières peuvent être considérés :

1° *Par rapport à l'air.* — Dans les conditions les plus ordinaires, il ne peut se dégager du sol des cimetières que des gaz. Fussent-ils malodorants, nous avons vu qu'ils sont incapables de provoquer des maladies spécifiques. Dans la masse atmosphérique, les gaz toxiques, s'il y en avait, seraient trop dilués pour être dangereux. Aussi Pettenkofer déclare-t-il que le voisinage d'un cimetière est tout au plus capable de faire fermer les fenêtres de la maison qui s'ouvrent de son côté et, par suite, de gêner indirectement la ventilation. A Dresde (Fleck), il paraît que ces mauvaises odeurs se font quelquefois sentir.

D'autre part, Miquel a constaté directement que l'air du cimetière Montparnasse n'a pas plus de bactéries ni de plus suspectes que l'air du parc de Montsouris; ce qui ne doit pas nous étonner, connaissant la puissance de filtration du sol et la rétention des microorganismes par les surfaces humides.

Néanmoins, il est absolument certain que, dans des communes rurales, soit par suite de la négligence dans les inhumations, soit à la faveur d'éboulements, de failles, la matière cadavérique des cimetières répand des exhalaisons infectes. Si ce n'est pas dangereux, c'est suffisant pour justifier l'interdiction des cimetières intérieurs.

2° *Vis-à-vis du sol et de l'eau.* — A l'époque des travaux de la Commission d'assainissement des cimetières (1881), Schützenberger constatait que la combustion (des cadavres) est complète après cinq ans et qu'il n'y a pas lieu de s'arrêter « à l'idée d'une saturation de la terre par les matières organiques », dans les conditions où se font aujourd'hui les inhumations. Cependant, on n'a pas démontré que

le sol fût exempt de poisons solubles, d'alcaloïdes cadavériques (ptomaïnes). Nous avons suffisamment fait ressortir (chap. I et II) l'extraordinaire puissance d'épuration du sol pour n'avoir pas de sérieuses inquiétudes à cet égard, non plus qu'à l'égard de l'eau qui sort des cimetières, à moins que les cadavres n'aient été déposés à même dans la nappe souterraine. C'est à la faveur de ces données que l'on peut comprendre l'observation, déjà ancienne, de Fleck, que neuf puits de cimetières, à Dresde, ont fourni une eau qui ne contenait pas plus de produits de décomposition organiqne que les puits mêmes de la ville. Nous ne conseillons, du reste, ni ceux-ci ni ceux-là.

En 1881, la Commission parisienne concluait des recherches de Carnot que, « dans les cimetières actuels, les phénomènes d'oxydation qui se produisent au sein du sol préservent de l'infection les nappes d'eau du voisinage ». Et la Commission avait raison. Nous croyons même qu'elle aurait pu étendre sa formule aux micro-organismes supposés de l'eau des cimetières, puisqu'il est certain (p. 91 et suiv.) que le sol est le plus merveilleux des filtres et retient les bactéries. Mais, depuis, quelques personnes, en France, ont édifié une doctrine étiologique sur la circulation des organismes pathogènes à travers l'épaisseur du sol. Aussi le Comité consultatif d'hygiène publique n'écarte-t-il plus le danger « de la souillure des eaux de la nappe souterraine par les matières organiques qui se détruisent dans le sol ». En pratique, nous pensons qu'il ne faut pas faire servir à la distribution d'eau d'une ville la nappe qui sort du cimetière.

Le Comité est d'avis qu'il y a lieu de ventiler les caveaux et de placer une poudre désinfectante sous les bières. Les cercueils ordinaires devraient aussi être garnis d'une poudre semblable. Les cercueils de chêne ou de métal retardent la réduction des cadavres ; ceux de sapin sont préférables.

Le décret du 23 prairial an XII (12 juin 1804) prescrit l'inhumation hors de l'enceinte des bourgs ou villes à une distance de 35 à 40 mètres au moins ; le décret du 7 mars 1808 interdit de creuser des puits ou d'élever des habitations à moins de 100 mètres des cimetières ; les hygiénistes d'aujourd'hui demandent un éloignement de 1,000 à 1,500 mètres. La profondeur des fosses doit être de $1^{m},50$ à 2 mètres ; dans ces conditions, l'on est quelquefois bien près de la nappe souterraine. Les fosses doivent être espacées de 30 à 50 centimètres ; comme il est difficile d'accorder à chacune beaucoup moins de 2 mètres de long et 50 centimètres de large, on peut calculer que chaque cadavre prend 2 mètres carrés de surface. Même en renouvelant les fosses tous les cinq ans, comme la loi le permet (minimum faible), les cimetières s'étendent fatalement en surface et finissent par envahir les grandes villes, ou se multiplient autour d'elles d'une façon alarmante.

C'est pour cela que les modernes s'efforcent de revenir à l'incinération des cadavres.

Crémation. — L'inhumation, naguère le seul mode légal en France, est aussi le plus ancien dans l'histoire de l'humanité. Les peuples autochtones de notre Europe le pratiquaient, ainsi que leurs premiers visiteurs sémites (Phéniciens, Juifs, Arabes, Égyptiens), lorsque les Indo-Germaniques leur apportèrent la *crémation*. Il est à remarquer que les nomades ont généralement adopté celle-ci, qui leur permet d'emporter avec eux les cendres de leurs ancêtres, tandis que les peuples sédentaires prolongent leurs relations avec les morts en les enterrant autour ou au milieu du groupe d'habitations.

Les Grecs et les Romains, qui avaient reçu des premiers ce procédé, incinéraient leurs morts sur un bûcher, à ciel ouvert, dans des conditions singulièrement incommodes et insalubres, qui ont pu légitimer la réprobation de cette cou-

tume par le christianisme. On sait que c'est encore de cette façon primitive que les bouddhistes de l'Inde exécutent l'incinération des cadavres; de ceux des riches seulement, à la vérité, car les pauvres sont simplement enfouis ou confiés aux flots sacrés du Gange.

La crémation a l'avantage de supprimer toutes les arrière-pensées qu'inspirent les cimetières, relativement à l'intégrité des milieux; d'éluder l'énorme souci qu'impose aux municipalités l'obligation de déplacer incessamment leurs cimetières et de trouver, à la périphérie des villes, de vastes terrains, désormais sans charmes et sans rapport, pour y installer des nécropoles que l'accroissement de population dans la cité vivante refoulera à bref délai. Elle permet de lutter, après un siège, une bataille, une épidémie, contre l'amoncellement des cadavres. Elle a certainement aussi quelque supériorité d'esthétique.

On lui reproche de heurter des coutumes religieuses et d'amoindrir le culte des morts ; — de ne pas disposer de moyens pratiques simples et salubres : — d'annuler l'action de la justice, en supprimant les recherches médico-légales *post mortem*.

Aucune de ces objections ne tient debout. On ne voit pas ce qui peut gêner l'exercice des cérémonies du culte, et beaucoup de prélats, catholiques ou protestants, acceptent la crémation, qui ne plaît pas à l'évêque Freppel ni, dit-on, au pape. La médecine légale peut et doit opérer, quand il y a lieu, avant l'incinération; c'est beaucoup plus sûr que de faire des recherches sur des débris cadavériques exhumés après des mois et des années. Et puis, il vaut mieux laisser passer cent coupables que de faire condamner un seul innocent. On dispose de bons fours crématoires, le four Siemens, le four Gorini; s'ils n'existaient pas, on les inventerait aisément.

De même que la société l'*Urne*, en Allemagne, a obtenu de faire la crémation à Gotha; que la société de crémation de Milan (Keller, Polli, Brunetti) a réussi à introduire ce mode de sépulture dans la loi italienne; de même la *Société française pour la propagation de la crémation* a préparé le moment où le député docteur Blatin a fait insérer dans la loi française *sur la liberté des funérailles* cet amendement :

« Tout majeur ou mineur émancipé en état de tester peut déterminer librement le mode de sa sépulture, opter pour l'inhumation ou l'incinération... »

Le Sénat ne l'a point modifié essentiellement.

Gaetano Pini, en 1884, constatait l'existence dans le monde de trente et une sociétés de crémation. La *Flamme* (de Berlin) fournit les renseignements suivants sur le nombre total des crémations dans les différents pays jusqu'au 1er août 1888. Italie, 988; Gotha, 554; Amérique, 287; Suède, 39; Angleterre, 16; France, 7; Danemark, 1. — D'autre part, en 1884, le Conseil d'hygiène et le préfet de la Seine autorisaient l'incinération des débris humains venus des salles d'anatomie et représentant 3,000 à 4,000 cadavres par an.

8° Démographie et Pathologie urbaines.

Caractères de la population. — Nous avons vu (p. 1139) les rapports numériques de la population urbaine à la population rurale. En France, la première est plus de la moitié de la seconde, et s'accroît tous les jours. Cependant, la plupart des villes françaises, Lyon, Marseille, Toulouse, Nantes, ont un *excédent de décès* (Paris et Lille ont, au contraire, un *excédent de naissances*, mais qui n'explique pas leur accroissement démographique). C'est donc que l'élévation du chiffre de la population urbaine provient

d'une cause artificielle ; cette cause, c'est l'*immigration* des étrangers, d'une part; des paysans, de l'autre. L'immigration des paysans dans les villes, sensible dans presque tous les pays, devient inquiétante en France (Bertillon, Lagneau, Villard, Layet, Cheysson). Il appauvrit d'habitants les départements de la Haute-Saône, de l'Ariège, du Cantal, des Basses-Pyrénées, des Basses-Alpes, de la Creuse.

Aussi, y a-t-il, à Paris, 1,118 individus de vingt à vingt-cinq ans p. 10,000 habitants, tandis que la moyenne de la France n'est que de 874 individus de ce groupe p. 10,000 habitants. En revanche, alors que tout le pays a 976 enfants au-dessous de cinq ans p. 10,000 habitants, Paris n'en a que 711.

Nuptialité urbaine. — Elle est généralement plus élevée que la nuptialité rurale. A Paris (1880), 9,78 mariages p. 1000 habitants; 9,27 dans le département de la Seine ; 7,46 pour toute la France ; 7,34 pour la campagne seule. Toutefois, si l'on rapporte le chiffre des mariages au nombre des *mariables*, la situation est moins satisfaisante, puisque, nous l'avons vu, les adultes de vingt à vingt-cinq ans sont plus nombreux dans les villes. En réalité, d'après Bertillon, la nuptialité parisienne est de 62,4 pour 1000 mariables, chez les hommes, et 62 chez les femmes, tandis que les rapports correspondants pour toute la France sont 65 et 66,3. Il y a, d'ailleurs, à Paris, au moins 1 ménage concubin contre 10 ménages réguliers.

On se marie plus jeune à la campagne qu'à la ville.

Natalité urbaine. — Absolument, la proportion des naissances est plus élevée dans les villes qu'à la campagne (275 naissances, à Paris, p. 10,000 habitants; 233 dans la population rurale française). Le côté heureux de ce fait s'atténue beaucoup si l'on tient compte de la force du groupe adulte dans les villes et du grand nombre des *naissances illégitimes* dans le même milieu (107 naissances illégitimes sur 1,000 naissances totales dans les villes, et 40 à la campagne, en France). En réalité, 1,000 femmes parisiennes nubiles, qui devraient fournir 102 naissances vivantes (moyenne en France), n'en donnent que 88 (Bertillon).

A Berlin, sur 1,000 naissances, il y en a 140 d'illégitimes; à Bruxelles, 280 (Janssens).

Mortalité urbaine. — Plus forte dans toutes les villes du monde qu'à la campagne, la mortalité urbaine est encore plus lourde par ce fait que les citadins comptent une plus grande proportion d'individus dans l'âge de la force et du travail.

Mortalité p. 1000 *hab.* (Layet).

	Villes.	Campagnes.
France	26,1	21,5
Belgique	25,1	21,1
Angleterre	25,0	18,0
Prusse	30,45	28,02
Italie	31,60	27,60
Saxe	32,15	27,50
Suède	26,5	19,65

Le département de la Seine, en 1882, a eu 26,3 décès p. 1,000; la population rurale française 19,9.

Dans chaque ville, les quartiers qui ont le plus d'enfants offrent la plus haute léthalité (Bertillon, J. Körösi). Elle est aggravée aussi par l'excès de la population (J. Fodor), par l'habitation dans les caves et, au moins en ce qui regarde la mortalité, par les affections épidémiques, par le mauvais entretien des habitations.

Décès en 100 *maisons* (J. Fodor).

	Très propres.	Propres.	Malpropres.	Infectes.
Par le choléra.........	92	199	268	402
Par la fièvre typhoïde..	165	177	182	356

Maladies causes de la mortalité urbaine. — James Stark reconnaissait qu'en Écosse, de 1855 à 1863, dans les comtés de Lanark et d'Edimbourg, la mortalité rurale est supérieure à la mortalité urbaine, par les maladies suivantes : *scarlatine*, *croup*, *coqueluche*, *diarrhée*, *dysenterie*, *fièvre typhoïde*. Il n'en est pas de même partout.

La *diphthérie*, sur certains points, est aussi plus meurtrière à la campagne qu'à la ville.

Dans la première année de la vie, pour 1,000 décès, il faut 5,210 naissances à la campagne et seulement 5,048 à la ville, où l'*athrepsie*, la *gastro-entérite* enfantine font leurs plus grands ravages.

La mortalité par *fièvre typhoïde* se comporte comme il suit, p. 100,000 habitants (Voy. aussi p. 756).

	Décès.		Décès.
Paris (1874-1883).............	76,2	Barmen-Elberfeld (1882-1885).	28,5
Berlin (1873-1882).......	56,1	Boston (1881-1882)...........	59,9
Londres (1872-1881)...........	33,2 (1)	Lille (1880-1886)...........	29,7
Bruxelles (1879-1884)...	34,1	Milan........................	108,8
Munich (1881-1884)...........	17,3	Reims (1883).................	90,6
Francfort-s.-M. (1876-1879)....	21,0	Nancy (1881)................	91,4
Danzig (1880)................	7,4	Turin........................	118,4
Cologne (1882-1885)...........	36,0		

La *variole* est plus ou moins meurtrière selon que l'on pratique plus ou moins soigneusement la vaccination. A Berlin, Hambourg, Breslau, Munich, Dresde, où la vaccination est *obligatoire*, il y a de 1 à 2 décès varioliques p. 100,000 habitants. A Londres, 32,50; à Paris, 36,60; à Vienne, 97,20; Pétersbourg, 103,67; Prague, 151,00. La ville de Lille, où le Comité de vaccine repousse énergiquement la vaccination animale, a eu moyennement 51 décès p. 100,000 habitants, dans les sept années de 1880 à 1886 (Ch. Pilat). La garnison n'y est pour rien.

La *rougeole* cause 44,5 décès p. 100,000 habitants, à Paris; 35,4 à Bruxelles ; 19,7 à Berlin. La *scarlatine*, peu grave à Paris (11,7 décès p. 100,000 habitants), cause 54,4 décès p. 100,000 habitants à Berlin, 32,7 à Cologne, 93 à Barmen-Elberfeld, 110,4 à Edimbourg.

(1) Pour le typhus abdominal et le typhus exanthématique ensemble. La part du premier n'est peut-être que de 22 pour 100,000 habitants.

La fréquence et la gravité de la *diphthérie* s'exagèrent, pour le moment, dans presque toutes les villes. A Paris, elle cause plus de 80 décès p. 100,000 habitants; à Bruxelles, 64; à Berlin, 117; à Munich, 112; à Dresde, 200; Turin, Milan, de 145 à 180; New-York, 87,2; Boston, 182,5. En 1886, 210 villes françaises au-dessus de 10,000 hab. ont fourni 4,838 décès diphthéritiques.

Tuberculose. — Selon G. Sormani, la mortalité phthisique est plus élevée dans les grandes villes manufacturières du Nord, que dans celles du Midi.

Décès tuberculeux p. 100,000 habitants.

Glasgow	700	Berlin	332	Boston	416
Liverpool	640	Bruxelles	370	Leipzig	360
Prague	890	Cologne	401	Turin	270
Brünn	1000	New-York	378	Reims	324
Vienne	700	Munich	390	Lille	456
Paris	500	Rome	340	Bordeaux	330
Londres	420	Barmen-Elberfeld	430	Gênes	200

Maladies nerveuses. — Elles semblent être plus fréquentes dans les villes qu'à la campagne, ainsi qu'il ressort du tableau ci-dessous, emprunté à Finkelnbourg, pour ce qui concerne les provinces Rhénanes.

Mortalité par maladies du cerveau (p. 10,000 hab.).

LOCALITÉS.	VILLES.		CAMPAGNES.	
	HOMMES.	FEMMES.	HOMMES.	FEMMES.
État prussien	9,8	7,5	3,2	2,6
Province du Rhin	10,8	9,4	4,4	3,4
Cercle de Cologne	12,5	11,1	5,1	4,0
— de Düsseldorf	10,2	9,0	5,4	4,8
— d'Aix-la-Chapelle	9,7	7,8	3,0	2,9
— de Coblence	10,3	8,1	4.2	2,5
— de Trèves	10,9	9,0	2,2	1,7
Ville de Cologne	13,5	12,3	»	»
— de Trèves	14,6	10,9	»	»

Parmi les manifestations nerveuses, l'*alcoolisme* compte pour une part notable dans l'étiologie, en ce qui concerne les villes. Le *suicide* est également plus commun à la ville que dans la population rurale.

Bibliographie. — Voisin (A.). *Rapport sur l'organisation des secours publics à New-York et les améliorations qui pourraient être apportées dans le service des secours publics*, Paris, 1881. — Boulnois (H. Percy). *Dirty dust-bins and sloppy streets; practical Treatise on the scavenging and cleaning of cities and towns.* New-York, 1881. — Hennike (J.). *Mittheilungen über Markthallen in Deutschland, England, Frankreich, Belgien, und Italien.* Berlin, 1881. — Brouardel (P.). *Note sur la mortalité par quelques maladies épidémiques à Paris, pendant les douze dernières années* (Rev. d'hyg., IV, p. 951, 1882). — Widmer (E.). *Commission d'étude de l'assainissement du Havre.* Le Havre, 1882. — Slagg (C.). *The burning of town-refuse at Leeds.* London, 1882. — Flügge (C.). *Anlage von Ortschaften* (Handb. der Hyg. und Gewerbekrankheiten von Pettenkofer und Ziemssen. Leipzig, 1882). — Bœrner (P.). *Hygienischer Führer durch Berlin.* Berlin, 1882. — Barabant. *Note sur les questions de viabilité* (Rapp. de la Commission d'assainissement de Paris, 1883). — Durand-Claye (A.). *Programme de l'assainissement de Paris* (Ann. d'hyg., X, p. 371, 1883). — Du Mesnil (O.). *État sanitaire de Paris et de Bruxelles* (Ann. d'hyg., IX, p. 294, 1883). —

Wolffberg. *Ueber Samariter Schulen* (Centr. bl. f. allg. Gesdpflg., II, p. 313, 1883). — Cameron (Ch.). *Report upon the State of public health and the sanitary work performed in Dublin during the year* 1882. Dublin, 1883. — Rözsahegyi (A.-v.). *Hygienische Grundsätze bei der Reconstruction von Städten mit besonderer Rücksicht auf Szegedin.* Berlin, 1883. — Villaret. *L'hygiène à Berlin* (Rev. d'hyg., V et VI, 1883-1884). — Hart (E.). *Smoke Abatment.* London, 1884. — Du Mesnil (O.). *Rapport général sur les travaux de la Commission des logements insalubres de la ville de Paris de* 1877 *à* 1883. Paris, 1884. — Körösi (J.). *Die Sterblichkeit der Stadt Budapest in den Jahren* 1876-1881. Berlin, 1885. — Siegfried (J.). *Ville du Havre. Projet d'assainissement.* Havre, 1885. — Bourrit. *La vacherie suisse à Turin* (Rev. d'hyg., VIII, p. 1053, 1886). — Trélat (Em.). *Rapport sur les réformes à introduire dans les théâtres pour y établir la sécurité* (Journal officiel de la République française, 21 août 1887). — *L'hospitalité de nuit* (Journal d'hygiène, XIII, p. 187, 1888). — Wasserfuhr (H.). *Die Errichtung von Rettungs-Stationen für Ertrinkende in Berlin* (D. Vierteljahrsschrift f. öff. Gesdpflg., XX, p. 320, 1888). — Arnould (J.). *Villes* (Dict. encyclop. des sciences méd., 1888).

Cimetières et Crémation. — Martin (F.). *Les cimetières et la crémation.* Paris, 1881. — Vallin (E.). *La question des cimetières* (Rev. d'hyg., III, p. 633, 1881). — Du Mesnil (O.). *Rapport de la Commission des cimetières.* Paris, 1881. — Pietra-Santa (P. de) et Nansouty (Max de). *La crémation.* Paris, 1881. — Schuster (Ad.). *Beerdigungswesen* (Handb. d. Hyg. und Gewerbekrankheiten von Pettenkofer und Ziemssen, II, 1, p. 255, 1882). — Fabre (P.). *De l'insalubrité des cimetières* (Gaz. méd. de Paris, n° 1, 1882). — Hofmann (Franz). *Ueber die hygienischen Anforderungen an Anlage und Benutzung der Friedhöfe* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XIV, p. 11, 1882). — Kuby. *Die hygienischen Anforderungen an Anlage und Benutzung der Begräbnissplätze* (Ibid., p. 462, 1882). — *Bulletin de la Société pour la propagation de la crémation.* Paris, 1882 et années suivantes. — Hesse (W.). *Ueber den Kohlensäuregehalt der Gräberluft* (Arch. f. Hyg., I, p. 401, 1883). — Descoust et Yvon. *Sur deux cas d'asphyxie par l'acide carbonique* (Rev. d'hyg. VI, p. 234, 1884). — Du Mesnil (O.). *Présence de l'acide carbonique dans le sol et notamment dans les cimetières* (Ann. d'hyg., XI, p. 418, 1884). — Weyl (Th.). *Geschichte und staatliche Regelung der Feuerbestattung in Italien* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., IV, p. 341, 1885).

ARTICLE VI

LE GROUPE INDUSTRIEL.

« La plupart des industries, on pourrait presque dire toutes les industries, sont insalubres. » (Ch. de Freycinet.) Cette ligne était écrite en 1870, par un ingénieur et non par un médecin. La pensée qu'elle exprime n'en a que plus de poids; c'est la formule d'une effrayante vérité, dictée par l'observation intelligente et impartiale des faits à un homme de grand sens et d'honneur. Les choses ne se sont pas notablement atténuées depuis lors; un jeu imprudent est toujours engagé entre l'industrie et la vie humaine et, malgré des améliorations de détail, le problème énorme reste posé : de protéger la vie humaine contre l'industrie sans enfermer, cependant, celle-ci dans un cercle trop étroit, puisque, à d'autres égards, elle est une source de vitalité.

Dans un article qui doit être très court, nous avons pensé qu'il convenait de se borner à considérer : 1° les influences qui agissent sur l'ouvrier; 2° l'ouvrier lui-même; 3° les conséquences de l'industrie pour le voisinage de ses établissements, avec les dispositions législatives qui règlent ces rapports.

1° Influences industrielles et prophylaxie générale.

Le milieu industriel. — Il est extrêmement varié. Quelques chantiers sont absolument à l'air libre (*tailleurs de pierres*, *carriers*, *maçons*, *charpentiers*, *scieurs de long*, *bûcherons*, *charbonniers de bois*, *collecteurs de minerai* superficiel), sans parler des *terrassiers* des canaux et des chemins de fer — et de l'*agriculture* qu'on oppose, je ne sais pourquoi, à l'industrie. D'autres sont dans un air limité (ateliers incomplètement fermés, *hauts fourneaux*, *verreries*, *chauffeurs*) ou même approchant des conditions du confinement (*filatures*, *teintureries*, *manufactures de tabac*, *industrie de la soie* et de la *laine*, *confections*, etc.). Certains ouvriers travaillent dans les entrailles de la terre (*mines de charbon*, de *sel gemme*, *tunnels*) ; une catégorie peu nombreuse a même pour spécialité de remplir son rôle dans l'eau ou dans l'air comprimé (*scaphandriers*, *plongeurs*, *fonceurs* de piles de ponts).

A. **Construction des ateliers**. — Les industriels consultent d'abord les nécessités ou même les facilités de leur fabrication. Dans certains cas, il n'y a de construction d'aucune sorte. Cependant il serait simple, dans les chantiers en plein air, de modifier au moins le sol par le drainage et le revêtement de gravier, et de donner aux ouvriers des abris mobiles, légers, capables d'atténuer les ardeurs du soleil, la pluie, le vent.

Lorsque l'atelier est une construction véritable, il est soumis aux mêmes règles que les habitations ordinaires (voy. p. 509). Cependant il y a presque toujours lieu de prendre des précautions particulières contre l'infection du sol et des murs et contre l'incendie. Souvent il y aura intérêt à construire des parois imperméables, à cimenter ou à carreler le sol (*boucheries*, *charcuteries*, *boyauderies*, *triperies*), de façon à permettre des lavages. Contre l'incendie, on aura soin, non seulement de recourir à la charpente en fer, mais encore de restreindre le nombre des étages en même temps que l'on multipliera les issues et les escaliers. Pour une raison du même genre, on fait très légères les constructions exposées à sauter (fabriques d'artifices) ; on leur donne une toiture sans résistance et l'on fragmente l'ensemble de l'usine, de telle sorte que chaque compartiment puisse sauter pour son compte sans entraîner le voisin dans la catastrophe. Les usines s'éclairent volontiers par le *toit en scie*.

B. **L'air du milieu industriel**. — 1° *Augmentation de pression*. — Au fond des mines, il y a une augmentation de pression, si légère que quelques-uns ont prétendu qu'il y a, au contraire, une dépression. La compression est positive dans les appareils Triger dont il a été question antérieurement (page 404), dans le *scaphandre* (Cabirol), où la tête de l'ouvrier est enveloppée d'un casque résistant qui communique avec l'air extérieur par un tuyau et dans lequel une pompe foulante comprime de l'air. Le *régulateur* Rouquayrol-Denayrouse a pour but d'éviter les à-coups de cette compression. Ces appareils permettent le travail sous l'eau. Comme il a

été dit, la compression est peu dangereuse; c'est la dépression, surtout si elle est brusque, qui cause des accidents (paralysies).

2° *Dépression*. — Nous nous bornons à renvoyer à ce qui a été dit (page 400) des voyages de montagnes, du séjour et du travail sur les hauts-plateaux, des mineurs des Andes.

3° *Température*. — Elle est excessive dans le milieu des *mineurs du fond*, des *ouvriers des forges* et hauts-fourneaux, des *verriers*, *boulangers*, *cuisiniers*, *chauffeurs* des machines (navires traversant les mers tropicales), ouvrières du *gazage des fils de coton*, des *séchoirs*, *étuves*, etc. La chaleur est *obscure* ou *lumineuse;* dans ce dernier cas, l'action sur la vue s'ajoute aux effets généraux. Elle cause des accidents locaux (*brûlures*) ou généraux, plus ou moins rapides, pareils à ceux que nous avons décrits sous le nom d'*échauffement*, de *coups de chaleur* (p. 352). D'autres fois la chaleur est pénible parce qu'elle est humide (*fileurs de lin*, *teinturiers*).

Elle est insuffisante, ou peut l'être, dans quelques ateliers, qu'il convient, par suite, de chauffer par les moyens convenables, dans la saison qui le commande.

Une situation assez commune dans l'industrie, c'est le passage brusque de l'ouvrier d'une atmosphère chaude dans une froide (verriers, forgerons, fileurs de coton). Les verriers ont à la fois une partie de leur corps exposée au feu le plus ardent et l'autre refroidie par les courants énergiques de ventilation qu'on est obligé d'entretenir dans l'atelier; ils quittent le travail dans un état de surchauffement et, de même, quelle que soit la saison, ceux qui font partie de l'escouade de nuit se rendent au travail en sortant du lit. D'où les affections thoraciques ou intestinales *à frigore* par répercussion.

4° *Humidité*. — Dans les mines profondes, l'eau tombe incessamment des parois des puits et galeries. Il y a des filatures de lin au *mouillé;* la céruserie doit l'être pour ne pas rester une cause effroyable d'intoxication; les teinturiers sont presque toujours dans la vapeur. L'action de l'humidité est *locale* (macération de l'épiderme, ulcération, *grenouille* des *débardeurs* et *ravageurs ;* — c'est plutôt l'action de l'eau que de l'humidité), ou *générale* (voy. p. 375).

5° *Constitution de l'air industriel*. — Beaucoup d'ateliers sont très peuplés et, par suite, souffrent du méphitisme, de la toxicité de l'air expiré, des émanations cutanées et digestives du personnel; circonstances aggravées par la malpropreté des ouvriers, la rareté du bain chez eux, l'insuffisance d'aération assez fréquente des locaux.

6° *Émanations industrielles*. — Les unes sont *organiques* (*abattoirs*, *boyauderies*, *fabriques de colle forte*, de *noir animal*, *tanneries; manufactures de tabac*, de *chicorée; fabriques d'engrais. Vidanges*, *égouttiers*, etc.), d'une innocuité relative; du moins, les ouvriers se défendent par l'accoutumance. D'autres sont *irritantes* (distillation de la houille, couleurs d'aniline) ou *toxiques* (sulfure de carbone dans la fabrication du *caoutchouc*, vapeurs de phosphore, dans la fabrication des *allumettes;* vapeurs métalliques : mercure, dans l'*étamage des glaces* et la *fabrication des chapeaux;*

plomb, dans la *céruserie*, la *fusion des minerais;* zinc, dans l'exploitation des *mines* de ce métal; — l'intoxication par ses vapeurs, affirmée par Schlockow, en 1878, est niée par Tracinski en 1888; — arsenic, dans la préparation de la *fuchsine* par le procédé Poirrier).

7° *Gaz.* — Il s'en produit d'*irrespirables :* l'acide carbonique (mines, hauts fourneaux, puits, caveaux), l'hydrogène carboné (mines). L'acide carbonique, avec la diminution d'oxygène qu'il emporte, l'hydrogène carboné, mêlés à quelques gaz toxiques, à l'hydrogène sulfuré (P. Fabre), à l'oxyde de carbone, et peut-être aux vapeurs des dérivés de la houille (A. Manouvriez), paraissent avoir été fréquemment la cause de la *maladie d'Anzin* et de *Chemnitz*, l'*anémie des mineurs*, pour le moins rare, aujourd'hui que l'on ventile soigneusement les mines, et imputable pour une part à l'anchylostome duodénal (voy. pl. loin). — De *toxiques :* l'oxyde de carbone (mines, fonte des minerais, cuisines); les acides volatils du phosphore et l'hydrogène phosphoré (allumettes); l'acide sulfureux (grillage des pyrites, fabrication du bleu d'outremer); l'hydrogène sulfuré et l'ammoniaque (vidangeurs, égouttiers. Voy. p. 311 et 755); — d'*explosifs* (grisou, gaz d'éclairage, d'ailleurs aussi irrespirables ou toxiques).

8° *Poussières.* — Au point de vue de leur nature, elles sont : *métalliques* (fabriques d'armes, de coutellerie, d'aiguilles, de limes) et causent la *maladie des aiguiseurs* (Solingen, Châtelleraut) ou *Siderosis;* — *pierreuses* et produisent la *phthisie des carriers*, *Chalicosis* (carriers, tailleurs de pierres, de meules, plâtriers, ouvriers en porcelaine et émaux); — *charbonneuses* (*Anthracosis* des charbonniers, des houilleurs, des fondeurs en cuivre); — *végétales* (*Byssinosis*, bronchorrhée des fileurs de lin ou de coton; cigarières, cordiers, fariniers, etc.); — *animales* (brossiers, coiffeurs, chapeliers, pelletiers, tapissiers, chiffonniers).

Au point de vue de leurs propriétés, elles sont *indifférentes*, comme la plupart des poussières végétales; — *traumatisantes*, comme les poussières métalliques ou pierreuses, qui sont dures, anguleuses, pointues, et peuvent passer à travers la membrane des alvéoles pulmonaires; — *toxiques*, telles que les poussières mercurielles, plombiques ou arsenicales; — enfin, *virulentes.* Celles-ci peuvent être fournies par la *laine* ou les *peaux* d'animaux atteints d'affections contagieuses (le charbon des ruminants, la morve des chevaux) ou surtout par les *chiffons*, qui ont été pris, maintes fois en flagrant délit de propager la variole et le choléra. Au témoignage de Krannhals, ils répandraient aussi le bacille de l'œdème malin (septicémie), et la maladie des chiffons (*Hadernkrankheit*) serait différente de la *Woolsortersdisease*, qui est le charbon.

Les poussières traumatisantes engendrent la vaste classe des maladies d'inhalation poussiéreuse, les *pneumonoconioses.* Les poussières toxiques provoquent des maladies générales (*hydrargyrisme*, *arsénicisme*, *saturnisme*), dans lesquelles disparaissent les accidents locaux. Remarquons, encore une fois, que les poussières se déposent sur la muqueuse des lèvres, de la bouche, du pharynx, et peuvent être *déglutiés* aussi bien qu'*inspirées*, agir par la voie digestive comme par la voie respiratoire.

Il n'y a pas de *cuivrisme* ni de *zincisme*. L'absorption de ces métaux paraît être inoffensive ; celle de leurs sels produirait des accidents aigus et immédiats, mais non une intoxication générale, chronique.

9° *Luminosité*. — L'intensité de la lumière des flammes, dans la métallurgie, la verrerie, congestionne les membranes de l'œil et compromet la vision (*asthénopie* des forgerons). L'éclairage artificiel des usines est soumis aux règles que nous avons tenté d'établir (p. 683). Aujourd'hui, beaucoup de manufactures, avec raison, ont introduit la lumière électrique, dont les avantages sont connus. L'obscurité, au contraire, et la privation de la lumière solaire paraîtraient devoir influencer défavorablement la santé des mineurs. Cependant cette influence n'a pas de gravité.

Les mineurs ne passent que neuf à dix heures sur vingt-quatre, dans « le fond ». Ceux qui sont descendus à 5 heures du matin remontent à 2 heures ; ceux qui descendent à ce moment sont remontés à minuit. Ils ne sont donc, ni les uns ni les autres, entièrement privés de la lumière solaire. Il le sont assez, toutefois, pour subir une dépigmentation de la peau, que P. Fabre met, avec raison, au compte de cette influence. Peut-être que l'humidité agit dans le même sens. Mais il est très remarquable que les ouvriers, à qui leur lampe ne compense pas la lumière du jour, même au seul point de vue de l'éclairement, ne paraissent jamais se soucier de cette privation (A. Burat). D'ailleurs, l'insuffisance de lumière et d'insolation ne paraît pas entraîner de conséquence morbide précise, autre que la dépigmentation signalée tout à l'heure. Les chevaux du fond, qui y restent constamment et ne sont remontés au jour qu'une fois dans l'année (pour l'inventaire), se portent bien et spécialement ne sont pas anémiques (P. Fabre).

C. **Assainissement du milieu industriel.** — 1° *Propreté des ateliers.* — Il est indiqué et il est de rigueur d'éloigner immédiatement des ateliers tous les déchets organiques et putrescibles (*abattoirs*, *magasins à viandes*, etc.), toutes les eaux inutiles et sales. Il sera interdit aux ouvriers d'y manger, tant dans l'intérêt des locaux que dans celui des individus, dont les aliments seraient exposés aux vapeurs et poussières dangereuses. Les ateliers plus aisément atteints par des souillures venant du travail lui-même seront construits de façon à pouvoir être lavés. Ces lavages devront être fréquents, mais toujours superficiels et non à grande eau. Lorsqu'il y aura lieu de soupçonner des souillures virulentes (magasins de chiffons), les lavages seront faits à l'aide de solutions antiseptiques.

2° *Propreté des ouvriers.* — On peut la recommander aux intéressés ; mais il est clair que les industriels doivent intervenir, d'une part en l'exigeant, d'autre part en la favorisant. Il est presque toujours facile à une usine qui a une machine à vapeur de donner des bains à ses ouvriers, de leur ménager un lavoir, un séchoir. Quelques usines, en se réunissant, pourraient y arriver, rien qu'avec les eaux de condensation qu'elles jettent aux égouts. De même, là où se produisent des poussières et des éclaboussures toxiques, on mettra, à l'entrée des ateliers, un *vestiaire* et un *lavabo* avec du savon. Les ouvriers laisseront, dans le premier, leurs vêtements de dehors et ne les reprendront qu'après s'être débarrassés les mains et la face dans le second.

3° *Condensation des gaz.* — Les gaz dangereux qui se produisent dans les opérations industrielles sont dirigés vers des compartiments spéciaux, d'ordinaire en contre-bas, où on les condense *par refroidissement*, ou *par pression*. Ceux qui sont solubles et possèdent quelque affinité pour l'eau sont condensés dans l'eau, comme l'acide sulfureux par le procédé que nous avons décrit à l'occasion de la fabrication du bleu d'outremer et dans lequel l'action de la chaux s'ajoute à celle de l'eau, ou selon l'ingénieuse méthode exposée par Hudelo pour l'assainissement d'un atelier de vulcanisation du caoutchouc. On se débarrasse de même de l'ammoniaque, des vapeurs nitreuses, de l'acide sulfhydrique et de tout autre gaz incommode ou dangereux, en choisissant un absorbant approprié.

4° *Évacuation et combustion des gaz.* — Lorsque les gaz peuvent sans inconvénient être projetés dans la masse atmosphérique libre, ils sont aspirés localement au moyen de hottes simples — ou vitrées (sulfure de carbone), — généralement mobiles et pouvant s'abaisser ou se coulisser dans le sens horizontal. On peut encore les brûler en les ramenant au foyer même des chaudières (système Ballard). Aimé Girard conseille un procédé de cette sorte pour brûler les gaz des fabriques d'engrais. Les vapeurs mercurielles sont combattues par les aspersions d'ammoniaque. Celles du phosphore par l'essence de térébenthine (moyens médiocres).

5° *Protection contre les poussières.* — On enveloppe plus ou moins les machines qui produisent la poussière, la meule des aiguiseurs, les *décapeurs* mécaniques des céruseries, les moulins et blutoirs. Il est généralement interdit aux ouvriers de pénétrer dans la chambre où s'est déposée la poudre de céruse avant un délai de vingt-quatre heures après l'arrêt du blutoir.

Les poussières sont aspirées, sur le point même où elles se produisent, à l'aide de quelqu'un des moyens d'appel dont nous avons parlé à l'article VENTILATION (p. 562 et suiv.).

La projection de vapeur d'eau, et surtout la pulvérisation d'eau, conseillée par Manouvriez dans les *fabriques d'agglomérés*, abattent les poussières.

L'idéal à atteindre est de ne pas en produire. Ce à quoi l'on arrive en substituant le travail *au mouillé* aux opérations *à sec*. Il y a dix ans que nous recommandons, avec Meurein et A. Gautier, l'*humectation continue*, à l'eau, puis à l'huile, dans la fabrication du blanc de plomb.

Enfin, les hygiénistes se sont évertués à inventer des *masques* et des *respirateurs*, appareils destinés à filtrer l'air immédiatement avant son accès aux orifices des voies aériennes. Ce n'est pas le lieu de les décrire en détail; citons seulement ceux de Tyndall, Steenhouse, Shaw, Paris, Poirel, Durwel, Robert, Layet, Henrot, Léard (*respirol*). Quand, avec les poussières, on soupçonne dans l'atmosphère des gaz dangereux, on a recours à des appareils qui assurent la communication de la bouche de l'ouvrier avec l'air extérieur au moyen d'un tuyau plus ou moins long et d'un réservoir (appareil Paulin, Galibert, Denayrouse, Fayol, etc.).

Malheureusement, à moins de circonstances très urgentes, les ouvriers

ont une grande répugnance pour les masques, qui leur donnent une physionomie grotesque et ne sont pas sans être gênants. Si l'on s'en sert, il ne faut pas négliger de nettoyer le filtre à air.

6° *Ventilation des ateliers.* — La ventilation *générale* des ateliers — ou plutôt des chantiers, fussent-ils au fond d'une mine ou d'un tunnel en voie de percement — doit presque toujours être *mécanique* et de préférence *par appel*, c'est-à-dire par extraction. On n'a de sécurité que par ce procédé (voy. p. 597). Rien n'empêche, accessoirement et dans des conditions moins urgentes, d'utiliser l'appel par les foyers, par les cheminées. On a toujours une source de mouvement dans les grandes usines ; en utiliser une part à la ventilation est tout indiqué. Sauf le cas des poussières lourdes, on évacuera l'air vicié par en haut plutôt que par en bas. Dans les usines très peuplées, les couloirs, les cages d'escaliers, sont des gaines d'aération toutes trouvées.

On évitera de *chauffer* l'air de renouvellement des ateliers; la circulation d'eau chaude ou de vapeur au pied des parois nous paraît ce qu'il y a de mieux dans les locaux industriels. Pour ceux qu'il conviendra de *rafraîchir*, nous avons indiqué (p. 663) quelques procédés. L. Duchesne propose simplement, pour les *ateliers de gazage* des fils de coton, de ventiler par appel en haut à l'aide d'un faux plafond à lames mobiles et de faire passer, entre un plancher à claire-voie et un sol bitumé, une mince nappe d'eau, qui retiendra les poussières et abaissera la température par son évaporation.

Il va sans dire que, pour des cas spéciaux, il faudra extraire, au fur et à mesure de leur production et sur place, les gaz et les vapeurs nuisibles, comme on le fait des poussières. Cette règle trouve particulièrement son application dans la fabrication des allumettes phosphorées.

LES INSTRUMENTS ET LE TRAVAIL. — **Les contacts.** — La peau étant un organe d'absorption, elle peut être la porte d'entrée des poisons solubles de l'industrie, sels de plomb, de mercure, d'arsenic. Elle traduit, pour son compte, l'irritation banale ou spécifique que provoque sur cette enveloppe l'humidité continue (*grenouille* des débardeurs, *rossignol* des mégissiers) ; parfois concurremment avec la chaleur et les acides organiques (lactique, butyrique) mêlés à l'eau (*eczéma* des fileurs et varouleurs de lin, de Leloir; *mal de vers* ou *mal de bassine* des dévideuses de cocons). Ou bien, c'est le contact des choses salées, sucrées, avec pas mal de négligence, qui amène sur les mains une éruption multiforme (la *gale des épiciers*). Ou, enfin, le corps manié a des propriétés spécialement offensives pour la peau, comme les préparations arsenicales (*psoriasis arsenical*, *ulcères*, etc.), pour les os (*nécrose phosphorée*).

Les substances objets du travail. — Le *plomb*, le *mercure*, l'*arsenic*, le *phosphore blanc*, le *sulfure de carbone*, sont « les grands poisons industriels ». Malgré les précautions les plus rationnelles, le maniement de ces substances est toujours plein de dangers. Le plomb est à la tête de ces substances à cause de sa grande toxicité, de son emploi excessivement répandu et, sou-

vent, de l'ignorance dans laquelle se trouvent les ouvriers de sa présence et de sa nocuité.

Professions exposées à l'intoxication saturnine. — Layet en a réuni quatre-vingt-huit auxquelles chaque jour ajoute une nouvelle variété, comme les fabricants d'instruments de musique en cuivre (Napias), les ouvrières en cartonnage (Duguet) et généralement celles qui manient le papier coloré en rouge orangé, c'est-à-dire au minium. Voici les principales.

Affineurs de métaux.
Ajusteurs.
Apprêteurs d'appareils à gaz.
Artistes peintres.
Blanchisseuses.
Boulangers (1).
Bronzeurs.
Brossiers.
Broyeurs de couleurs.
Ceinturonniers.
Chauffeurs (mécaniciens).
Dentellières.
Dessinateurs en broderies.
Doreurs sur bois.
— sur laque.
Emailleurs.
Empaqueteuses (feuilles d'étain).
Essayeurs à la Monnaie.
Etameurs.
Fabricants d'allumettes chimiques.
— de capotes de voitures.
— de céruse.
— de cuir vernis.
— d'émaux.
d'étiquettes vitrifiées.
Fabricants de toiles cirées.
— de gants.
— de braise chimique.
— de capsules pour bouteilles.
— de cartes glacées.
— de chromate de plomb.
— de crayons colorés.
— de mèches à briquet.
— de tôle émaillée.
— d'oxychlorure de plomb.
— de minium.
— de litharge.
— de papiers peints.
— d'acétate de plomb.
— de plomb de chasse.
— de potée d'étain.
— de tuyaux d'orgues.
— de verre mousseline.
Faïenciers.
Ferblantiers-plombiers.
Fleuristes.
Fondeurs de caractères.
— de plomb.
— de laiton.
Imprimeurs.
Lamineurs en plomb.
Lapidaires.
Orfèvres-bijoutiers.
Ouvriers du capsulage des bouteilles.
— du ficelage des bouteilles de vin de Champagne.
Ouvriers des mines de plomb.
— des manufactures de glaces.
Parfumeurs.
Pharmaciens.
Peintres en bâtiments.
— en voitures.
Plombeurs de wagons.
Polisseurs de camées.
Potiers d'étain.
Potiers porcelainiers.
Serruriers.
Tailleurs de cristal.
— de limes.
Teinturiers et indienneurs.
Tisserands, tisseuses.
Tuiliers.
Verriers.
Vitriers.

Il convient d'en rapprocher les matières *fulminantes*, *détonantes*, aujourd'hui si fréquemment employées, sans parler de la fabrication des cartouches et des obus (*dynamite*, *artifices*, *amorces* pour fusils d'enfants) et les matières facilement *inflammables* (essences et huiles minérales).

Le mouvement professionnel. — Tout artisan est astreint à la répétition outrée d'un nombre limité de mouvements, d'une variété uniforme d'attitudes, de contacts déterminés avec l'instrument ou l'objet du travail; il en résulte de l'*inégalité de développement* dans les membres, des *inflexions*, des *déviations* du rachis ou même des extrémités, des *callosités*, des *bourses séreuses* et l'*hygroma* sur les points du tégument où la compression et les chocs professionnels convergent régulièrement (tourneurs, cordonniers, tailleurs, aiguiseurs, cloutiers, tonneliers, tisserands, etc.).

(1) Par l'usage du vieux bois pour chauffer le four, — et tout le monde par l'usage du pain cuit dans ces conditions, — ou encore d'un pain fait d'une farine qui a passé sur des meules dont les éraillures ont été bouchées au plomb fondu.

Les souffleurs de verre finissent par avoir une dilatation du canal de Sténon; les compositeurs, les pianistes, les photographes (Napias), de même que les écrivains qui ont donné son nom à la maladie, sont sujets à un spasme des doigts dit *crampe des écrivains;* les facteurs ruraux, les briquetiers, éprouvent une inflammation chronique des gaines tendineuses et le glissement des tendons s'y traduit par l'*aï douloureux*. Dans presque toutes les professions, la main des ouvriers se déforme, l'aponévrose palmaire se rétracte et, sans parler de la coloration des doigts des teinturiers, il y a une *main professionnelle*, que les médecins légistes utilisent dans les questions d'identité. Aujourd'hui que l'industrie vit de la division du travail, la monotonie et l'uniformité du mouvement qui accentuent ces déformations se rencontrent plus que jamais.

La *continuité* du mouvement est responsable de l'épuisement nerveux des ouvrières à la machine à coudre (A. Girardin).

Les accidents de l'industrie. — Ce sont : 1° les *accidents de machines;* broiements dans les engrenages, arrachements par les courroies de transmission ou l'arbre de mouvement, plaies par les peignes de filature, les scies mécaniques, etc. Ces accidents sont souvent dus à l'imprudence ou à l'indocilité des ouvriers. D'après une statistique relative à l'industrie textile, que Duchesne emprunte à un filateur de Lille, les accidents arrivés à Mulhouse, de 1880 à 1881, auraient été au nombre de 44, dont 18 « en dérogeant aux règles de prévoyance », et 12 « par maladresse ou imprudence ».

2° Les *accidents par explosion de chaudière.* — Ils sont dus à la mauvaise construction des chaudières, aux inscrustations des parois par les eaux calcaires, à la négligence du chauffeur qui n'a pas maintenu le niveau de l'eau, à l'imprudence du propriétaire qui, parfois, pour obtenir plus de travail, charge d'un poids la soupape de sûreté et porte la tension de la vapeur à un degré pour lequel la chaudière n'a pas été construite. Ce procédé est assez commun de la part des cultivateurs, propriétaires d'une machine locomobile.

3° Les *coups de grisou.* — Le *grisou* est un mélange gazeux dans lequel prédomine l'hydrogène protocarboné (gaz des marais), dans la proportion de 93 p. 100. Il préexiste dans les pores des massifs de houille, en plus ou moins grande abondance, et est mis en liberté par l'exploitation même des mines de charbon. Il gagne la voûte des galeries, en vertu de sa légèreté spécifique, mais se diffuse également dans leur atmosphère. Très inflammable, il détonne avec violence quand sa proportion dans l'air atteint 12 à 14 p. 100. Il prend feu à l'occasion des coups de mine, des étincelles provoquées par le choc du pic du mineur, d'accidents arrivés aux *lampes de sûreté*. L'explosion est singulièrement favorisée par la présence et par le soulèvement des *pulvérins*, sous l'influence des coups de mine. Les ouvriers sont brûlés, asphyxiés, projetés contre les parois des galeries, écrasés par les éboulements. C'est par groupes que se produisent les victimes, quelquefois par centaines.

On peut rapprocher des coups de grisou, les *éboulements* de provenance quelconque, qui arrivent dans les mines, les carrières.

4° Les *incendies*. — Ils se présentent assez fréquemment dans toutes les usines, mais plus dans celles qui emploient les huiles minérales, l'alcool, les matières textiles, la *pyroxyline* (celluloïd). Indépendamment du désastre matériel, chaque incendie est une cause de blessures, de frayeurs, d'asphyxies, dont quelques-unes mortelles, d'écrasements et de précipitations. En effet, là où il y a des femmes, l'affollement en présence du feu est tel, que beaucoup se réfugient sur les toits et s'élancent sur le pavé, ainsi qu'il est arrivé dans l'incendie de l'usine Dillie, à Roubaix, en novembre 1883 (onze filles ou femmes tuées).

Protection contre les accidents de l'industrie. — 1° *Contre les contacts*, on a pour défense les *enduits* (corps gras), les *gants* conseillés, à Lille, aux ouvriers cérusiers ; garantie médiocre, parce qu'elle gêne les ouvriers, qui s'en débarrassent.

2° *Contre les substances toxiques*, on a les mêmes moyens, et la *propreté*, c'est-à-dire le lavage exact des parties qui ont entraîné quelque chose du corps vénéneux. L'idéal serait l'abandon de la matière nuisible : la substitution du *blanc de zinc* au *blanc de plomb*, des soudures à l'étain aux soudures plombifères ; de la mélasse au mercure dans le *sécrétage* des peaux destinées à faire les chapeaux de feutre ; du phosphore rouge au phosphore blanc dans la fabrication des allumettes ; des *couleurs végétales* ou des couleurs d'aniline pures aux couleurs arsenicales ou plombiques dans la vaste préparation des papiers peints, des étoffes, etc. L'industrie tente ces substitutions et y réussit en ce qui concerne les allumettes. Elle pourrait avoir le même succès dans la préparation des couleurs. Quant au blanc de plomb, la peinture en bâtiments prétend qu'il *couvre* mieux que le blanc de zinc ; mais elle n'a aucune raison d'exiger la céruse autrement qu'à l'huile, et il convient que l'État, que les Compagnies de chemin de fer, commencent par imposer à leurs entrepreneurs (marine, guerre, etc.) l'emploi exclusif de cette forme du blanc, ainsi que le Conseil d'hygiène de la Seine en a émis le vœu.

3° La substitution de la machine à la main de l'homme diminue beaucoup les déformations professionnelles. Ainsi, la substitution du *soufflage du verre par l'air comprimé* (le « père » Robinet de Baccarat, en 1824 ; Bontemps, maître verrier, en 1833 ; les frères Appert, à Clichy, en 1879), à la bouche de l'ouvrier appliquée sur la *canne*, supprime la dilatation du canal de Sténon, les gerçures des lèvres, la *syphilis des verriers*, la congestion pulmonaire et les affections cardiaques de ces travailleurs si dignes d'intérêt.

4° Les règlements intérieurs, la surveillance, la largeur des passages et surtout l'*enveloppement* des mécanismes dangereux, qui se pratique dans tous les établissements bien tenus, sont une garantie contre les accidents dus aux courroies, aux volants, aux engrenages. La figure 260 représente un enveloppement de ce genre, à l'imprimerie Chaix. D'autre part, on doit avoir des moyens d'arrêter instantanément, non la machine à vapeur, mais

l'appareil particulier qui serait le siège d'un accident (*désembrayage*). D'ailleurs, l'article 14 de la *loi du* 19 *mai* 1874 rend obligatoires, dans les usines, les mesures propres à séparer les ouvriers des appareils dangereux, « de telle manière que l'approche n'en soit possible que pour les besoins du ser-

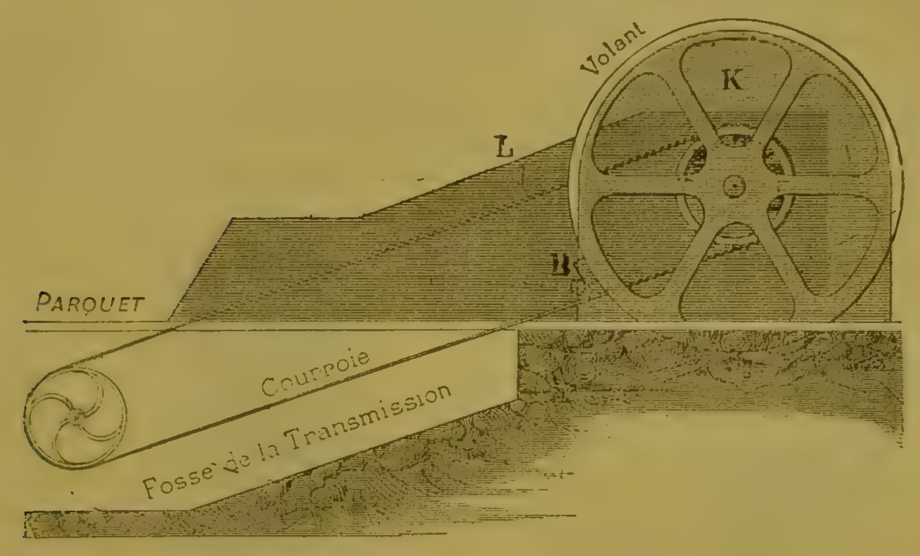


Fig. 260. — *Enveloppement d'appareils* (Imprimerie Chaix) (*).

vice ». Malheureusement, cette disposition ne tombe que sur les usines où il y a des enfants.

5° Contre les *explosions de chaudières*, les plaques en métal fusible, les *soupapes de sûreté*, les *indicateurs de niveau*, le *flotteur à sifflet* ou muni d'une *aiguille* mobile sur un cadran, sont des préservatifs excellents, à condition que le chauffeur ne néglige pas de voir et d'entendre. On emploiera de l'eau qui ne soit pas très calcaire, afin d'éviter les incrustations. Dans le département du Nord, il y a une *Association des propriétaires de machines à vapeur* avec un ingénieur à son service; en s'évitant des pertes matérielles, les membres de cette Société épargnent aussi des existences. La surveillance de la mise en service des appareils à vapeur est réglée par le décret du 1er mai 1880.

6° Le *grisou* n'existe pas dans toutes les mines. Le meilleur préservatif des malheurs qu'il produit, c'est la *ventilation* des galeries et culs-de-sac. Puis l'usage d'une bonne *lampe de sûreté*, qui est à la fois une protection et un avertisseur; enfin, les *avertisseurs* proprement dit (Ansell) et les *grisoumètres* (Coquillion). Les lampes de Mueseler, (fig. 261), de Combes, ou toute autre qui soit un perfectionnement de la lampe de Davy (fig. 262), sont actuellement employées.

7° Les *explosifs* et les huiles de *pétrole*, de *schiste*, ou *essences*, sont l'objet d'une réglementation spéciale.

La loi du 8 mars 1875 et le décret du 24 août de la même année ont trait à la *dynamite*, mais ont eu surtout pour but le monopole de l'État et

(*) L, tambour de recouvrement de la courroie et de la poulie commandée. — K, garde-fou placé en avant du volant. — B, frein de calage du volant.

les intérêts du fisc. Le monopole n'a pu être respecté, puisque l'Administration admet aujourd'hui, non seulement la dynamite de l'industrie privée, mais même la dynamite de provenance étrangère. En revanche, les exigences fiscales poussent à la fraude, c'est-à-dire à faire circuler sous un faux nom des substances effroyablement dangereuses. C'est ainsi qu'en 1877 le fort Larmont sauta à l'occasion de la mise en sac d'une sorte de dynamite venue de Suisse sous le nom de *mataziette*. Cinq ouvriers furent tués. Le 14 mai 1878, une partie de la rue Béranger, à Paris, fut détruite, quinze

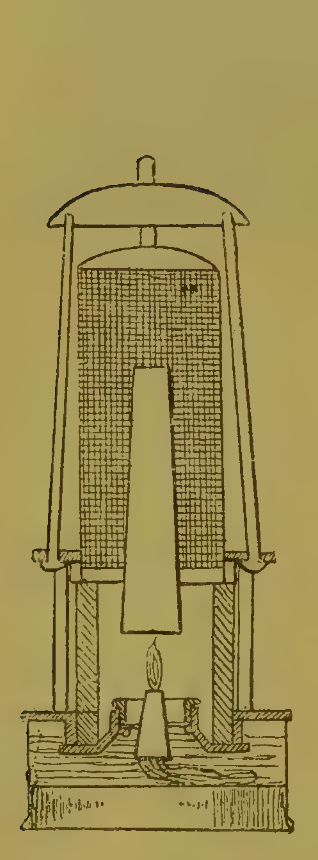


Fig. 261. — *Lampe Mueseler* (*coupe*).

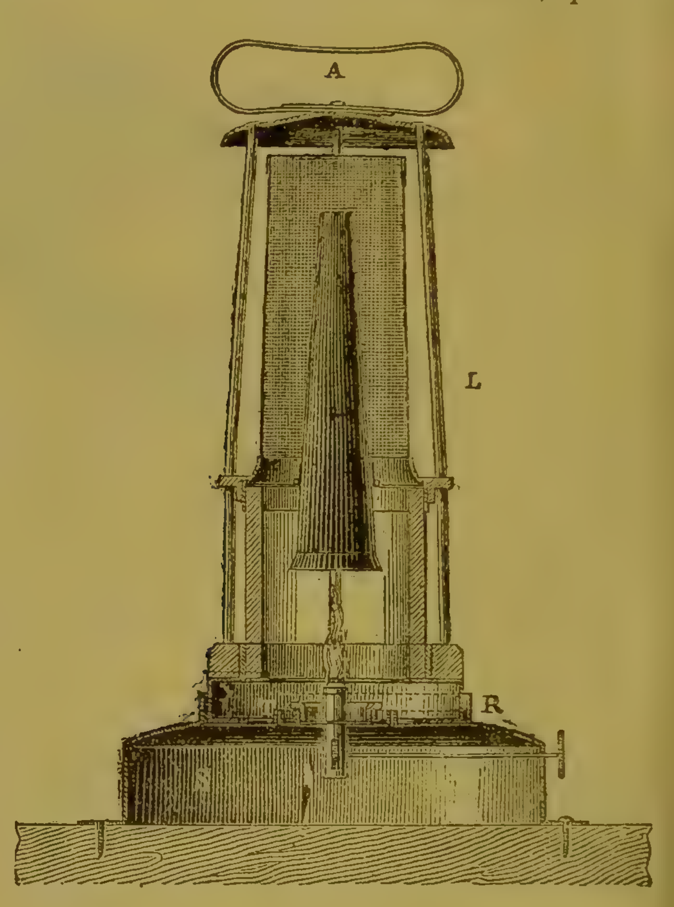


Fig. 262. — *Lampe portative de sûreté, système réglementaire* (*).

personnes furent tuées, seize blessées, par l'explosion d'un magasin d'amorces pour jouets d'enfants. La ville du Havre faillit sauter, dans la nuit du 23 au 24 juillet 1886, par l'explosion d'un navire chargé de poudre et de dynamite. C'est donc, comme l'a fait ressortir L. Faucher, que la réglementation actuelle de l'industrie des explosifs est insuffisante. Or, il existe un règlement préparé en 1882, qu'il n'y a qu'à promulguer.

Le décret du 19 mai 1873 règle les conditions de fabrication, d'entrepôt et de vente des huiles inflammables. Bien que ces dispositions, comme d'ailleurs les précédentes relatives à la dynamite, visent simplement la sécurité du voisinage, elles ne profitent pas moins dans de larges limites

(*) A, anneau-anse. — S, socle réservoir d'huile à poste fixe. — R, rondelle en matière souple, cuir, caoutchouc. — T, tubes saillants pour le trop-plein du joint à l'huile ou étoffe.

aux ouvriers, aux vendeurs et aux consommateurs, puisqu'elles ont tout d'abord pour but d'empêcher que ces substances ne prennent feu. C'est ce décret qui fait une première catégorie, *essence inflammable*, des liquides qui émettent, à une température inférieure à 35°, des vapeurs susceptibles de prendre feu au contact d'une allumette enflammée; une deuxième des autres, qui gardent le nom d'*huile minérale*.

Pour le reste, on prévient les incendies par la surveillance et par l'aménagement des moyens de les éteindre dès le commencement; sonnettes électriques d'alarme, seaux toujours remplis d'eau, placés dans les ateliers, bouches d'incendie nombreuses à tous les étages. Il existe un « *extincteur* Grimmell » américain, qui obture une bouche d'eau (au plafond ou sur un mur latéral), au moyen d'une plaque d'un alliage fusible à 70° (Blaise), et a déjà rendu des services. Il serait plus prudent de remplacer la plaque par un ressort commandant l'arrivée de l'eau et maintenu par une corde (Livache); l'incendie brûle la corde et détermine lui-même la projection de l'eau. En dehors de ces dispositions qui protègent l'immeuble, il importe de multiplier les issues abordables et faciles à trouver, les escaliers mobiles, les cordages, les passerelles. Les escaliers intérieurs, dans les ateliers à plusieurs étages superposés, ne sont rien moins que sûrs; ce sont des cheminées d'appel dans lesquelles se précipitent les flammes et la fumée.

L'imprimerie Chaix, à Paris, est remarquablement pourvue en prévision des incendies. Les usines de Lille le sont généralement moins.

(Voir tableaux suivants).

2° L'ouvrier. — Conditions physiques et morales.

Les chances sanitaires des ouvriers de l'industrie dépendent de l'âge, du sexe, de la constitution, de l'état moral des individus, de la durée du travail, indépendamment de ce qui vient d'être dit du milieu et de la nature des industries.

Il y a un point d'intensité et de continuité dans le travail industriel dont l'homme n'est pas capable avant un certain âge, sous peine de subir une *pématuration* physique, non moins grave que la prématuration intellectuelle.

Age. — Plus l'ouvrier est jeune, plus il a de chances d'abréger sa vie par le travail dans les poussières ou vapeurs toxiques, dans le méphitisme des ateliers. Ajoutons qu'il est plus imprudent et moins attentif vis-à-vis des machines et, d'ailleurs, que les influences antisanitaires sont plus graves dans la jeunesse, puisqu'elles contiennent la menace d'un arrêt de développement.

Sexe. — La jeune fille est encore plus compromise que les garçons par le travail aux ateliers; d'abord, parce qu'elle est naturellement plus délicate; puis, parce qu'elle subit l'évolution sexuelle, qu'elle est atteinte cinq ou six jours par mois de l'indisposition cataméniale, et que le développement de son appareil génital est particulièrement complexe et important.

De la régularité de ce développement, néanmoins, dépendront ses aptitudes physiques à être mère. En outre de ses attributs généraux, la femme

Tableau des principales relations étiologiques observées dans le groupe industriel.

I. — LÉSIONS EXTERNES.

NATURE DE L'AGENT.	NATURE DU TRAVAIL.	FORMES PATHOLOGIQUES.
Machines.. Explosions de chaudières	Chauffeurs	*Brûlures, blessures.*
Machines.. Arbres, volants, engrenages	Toute l'industrie en grand ; principalement l'industrie des textiles	*Broiement, arrachement, scalp.*
Éboulements	Mineurs, houilleurs, carriers	*Ecrasement, fractures.*
Chemins de fer	Employés, voyageurs	*Tamponnement, écrasement chutes.*
Ruptures de câbles, de balanciers.	Mines	*Ecrasement, submersion, précipitation.*
Eau et humidité	Ravageurs, débardeurs, mineurs.	La *grenouille, éruptions, ulcères.*
Contacts irritants, poussières ou vapeurs agissant extérieurement	Mégissiers	*Choléra des doigts. Rossignol.*
	Blanchisseurs et blanchisseuses	*Excoriations, gerçures.*
	Boulangers, épiciers	*Psoriasis, gale des épiciers.*
	Ouvriers en laine, crin, peaux	*Ecthyma, furoncles, dermite.*
	Ouvrières en cocons (soie)	*Mal de ver, mal de bassine.*
	Cuisiniers, pâtissiers	*Eczéma* des mains et avant-bras.
	Ébénistes, graveurs, maçons	id. id.
	Meuliers, caillouteurs, nacriers	*Gerçures* aux mains. *Conjonctivite.*
Couleurs arsenicales et autres	Préparateurs de vert arsenical, peintres, teinturiers, apprêteurs	*Vesicules, pustules, ulcères.*
Benzine, aniline	Fabricants de couleurs d'aniline.	*Éruptions* sur les mains et avant-bras.
Chromate et bichromate de potasse	Préparateurs	*Ulcérations. Perforation de la cloison du nez.*
Moisissures des roseaux (par absorption.)	Cannisiers	*Pustules, gonflement, ulcères* (face, scrotum).
Sulfate de quinine (par absorption.)	Ouvriers qui préparent le sulfate de quinine	*Éruption vésiculeuse, croûtes,* etc.
Solanées, Euphorbes (par absorption.)	Droguistes	*id.* *id.*
Air chaud	Forgerons, verriers, fondeurs, chauffeurs, cuisiniers, mineurs, hauts-fourneaux, puddleurs, etc.	*Erythème* des parties découvertes. *Brûlures ; sueurs profuses ; troubles visuels ; cataracte.*
Matières en fusion	Verriers, fondeurs, maréchaux	*Brûlures.*
Intensité lumineuse	Les mêmes	*Troubles de la vision.*
Attitudes forcées. Pression des instruments. Répétition du mouvement	Mineurs, hercheurs, briquetiers, facteurs ruraux, cordonniers, marbriers, tailleurs, pianistes, écrivains, etc.	*Déformations, déviations, callosités, durillons, rétraction palmaire, ai, crampe professionnelle, paralysie.*
Travail sur de petits objets	Horlogers, bijoutiers, graveurs, armuriers, etc.	*Myopie, asthénopie professionnelle.*

II. — LÉSIONS INTERNES.

NATURE DE L'AGENT.		NATURE DU TRAVAIL.	FORMES PATHOLOGIQUES.
Air confiné, air miasmatique		Mines, tunnels; la plupart des ateliers	*Anémie, scrofule, phthisie, contagions.*
Variations de pression		Aéronautes. Ouvriers dans les tubes	*Asphyxie. — Puces, congestions. Paralysies.*
Calorique		Chauffeurs, mineurs, etc.	*Insolation* (au soleil ou à l'ombre).
		Séchoirs, gazage du coton ; repasseuses	*Sueurs, vertiges, syncopes, anémie.*
Gaz irrespirables, CO^2, C^2H^4, Az.		Mineurs, puisatiers, égoutiers	*Asphyxie*, rapide ou lente.
Gaz toxiques, CO, SH, AzH^3		Les mêmes et ouvriers du gaz d'éclairage	*Empoisonnements, mite, plomb, anémie.*
Vapeurs toxiques		Fabrication et emploi du méthylène	*Céphalalgie, anorexie, conjonctivite.*
		Benzine, nitro-benzine, aniline	*Vertiges, convulsions, anesthésie, anémie.*
		Fabrication du caoutchouc vulcanisé (sulfure de carbone)	*Vertiges, anesthésie, anorexie, paraplégie.*
		Fabricants d'allumettes phosphorées	*Phosphorisme : dyspepsie, ictère, nécrose maxillaire.*
		Mineurs d'arsenic	*Arsenicisme : troubles digestifs* et *nerveux.*
		Mineurs de mercure, chapeliers, doreurs, étameurs de glace	*Hydrargyrisme : stomatite, tremblement, paralysie.*
Poussières	végétales	Fabriques d'allumettes en bois	*Bronchite, catarrhe, emphysème.*
		Filature de coton, de lin et de chanvre	*Bronchorrhée professionnelle, byssinosis (?).*
		Manufactures de tabac	*Tabacosis, nicotinisme.*
		Scieurs de bois, tourneurs, etc., fariniers, féculiers, boulangers	*Bronchite, emphysème, phthisie.*
		Charbonniers, ramoneurs, mouleurs	*Anthracosis. Phthisie charbonneuse.*
	animales	Cardeurs, peigneurs et tisseurs de laine. Ouvriers en crin et brossiers, chapeliers, foureurs, plumassiers	*Bronchite, emphysème.*
	minérales	Carriers, tailleurs de pierre, etc.	*Chalicosis ; phthisie des carriers.*
		Verreries; maçons, briquetiers, porcelainiers, fabriques de bleu d'outremer	*Bronchite, pneumonie.*
		Aiguiseurs, aiguilleurs, fabricants d'armes blanches, couteliers, etc.	*Chalicosis* et *Siderosis.*
		Cérusiers, minium, peintres, papiers peints, cartes de visite, fleuristes, dentellières, imprimeurs, etc.	*Saturnisme.*
		Fondeurs, tourneurs en cuivre, chaudronniers	*Colique de cuivre (?).*
		Blanc de zinc, fils galvanisés	*Zincisme (?).*
		Verts arsenicaux	*Arsenicisme.*
Putridité		Rouissage. Équarrisseurs, vidangeurs, égouttiers, fossoyeurs, boyaudiers, etc.	*Mite. Diarrhée. Contagions. Asphyxie.*

II. — MORBIDITÉ ET MORTALITÉ MOYENNE DES PRINCIPALES PROFESSIONS A POUSSIÈRES (d'après L. Hirt).

PROFESSIONS.	TOTAL DES MALADES.	GENRE DE MALADIE (p. 100)									MORTALITÉ p. 100		VIE MOYENNE.
		Phthisie.	Catarrhe bronchique chronique.	Emphysème.	Pneumonie.	Total des maladies de poitrine.	Maladies aiguës.	Maladies chroniques du bas-ventre.	Rhumatisme.	Maladies du cœur	rapportée aux malades.	générale.	ans.
Polisseurs d'agate	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1,0	45 à 48
Cardeurs	210	19,0	6,7	2,4	7,5	35,6	26,8	23,0	12,9	1,7	15,6	?	?
Journaliers	4688	15,1	11,0	10,7	7,6	44,4	27,2	15,5	9,3	3,6	18,5	8,36	52,4
Boulangers	820	7,0	10,9	1,9	8,5	28,8	32,9	21,7	11,9	5,2	8,4	1,8	»
Ouvriers du coton.	»	10,0	»	»	»	»	»	»	»	»	»	3,5	47 à 50
Brossiers	171	49,1	28,0	»	7,0	84,1	12,2	3,7	»	»	13,9	1,6	»
Ouv. en ciment	»	8 à 10	15 à 17	?	4,0	27 à 31	»	»	»	»	»	»	50,0
Confiseurs	180	11,6	8,0	3,3	8,0	30,9	35,0	18,0	16,1	»	15,0	»	57,1
Tail. de diamant	»	9,0	»	40,0	»	40,0	»	»	»	»	»	»	35,5
Tourneurs	160	16,2	9,3	1,8	5,6	32,9	30,6	24,3	9,3	2,9	16,8	1,55	57,4
Imprimeurs	134	21,6	15,6	2,9	5,2	45,3	29,8	14,1	7,8	3,0	12,2	»	54,3
Teinturiers	32	25,0	9,3	»	6,2	40,5	21,8	15,6	12,8	9,3 (?)	12,5	2,5	63,7
Fabric. de limes	29	62,2	17,4	»	12,2	91,8	17,6	(?)	(?)	(?)	31,5	1,7	54,0
Mouleurs	»	»	69,0	17,3	»	86,3	»	»	»	»	»	»	»
Ebarbeurs	38	36,9	39,4	»	10,5	86,8	7,9	5,3	»	»	»	(?)	(?)
Coiffeurs	28	32,1	17,8	3,4	10,7	64,0	21,4	14,6	»	»	»	2,4	57,9
Fond. en cuivre	32	31,2	9,3	»	15,9	56,4	18,6	12,5	12,5	»	»	1,6	60,4
Vitriers	114	17,8	19,3	1,8	3,6	42,5	28,0	14,9	10,5	4,1	13,3	2,1	57,3
Polisseurs de verre	»	35,0	25,0	3,0	7,0	70,0	»	»	»	»	»	»	42,5
Graveurs	19	26,3	15,7	5,2	10,5	57,7	15,7	15,7	10,9	»	»	»	54,6
Passementiers	41	19,7	12,2	»	9,5	41,4	24,4	22,0	12,2	»	10,0	»	»
Chapeliers	45	15,5	6,7	4,7	5,6	32,5	33,3	28,7	5,5	»	11,1	2,4	51,6
Ferblantiers	141	14,1	18,4	1,5	4,9	38,9	33,3	13,4	10,0	4,4	9,0	2,8	47,7
Charbonniers	49	2,0	22,4	8,1 (?)	14,4	46,9	31,3	12,7	7,9	1,2	7,0	1,5	55,1
Houilleurs	39879	0,8	16,4	0,9	4,7	22,8	»	13,8	»	»	»	1,9	»
Pelletiers	112	23,2	10,7	2,7	8,1	44,7	23,3	16,9	12,6	2,5	12,0	2,4	50,5
Chaudronniers	53	9,4	17,0	3,7	3,7	33,8	39,6	15,0	11,6	»	9,0	1,9	48,6
Vernisseurs	68	25,0	4,4	7,3	(?)	36,7	17,6	35,2	5,4	5,1	14,9	1,9	45,0
Lithographes	36	48,5	13,5	8,0	5,4	75,4	16,2	»	8,4	»	(?)	0,87	»
Peintres	106	24,5	20,7	2,8	2,8	50,8	18,8	15,0	10,5	4,9	17,9	1,56	57,5
Maçons	1038	12,9	10,4	6,5	4,4	34,2	32,8	11,8	19,7	1,5	11,0	1,59	55,6
Fabr. de laiton	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1,7	52,2
Ouv. de pierres meulières	»	40,0	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Meuniers	256	10,9	9,3	1,5	20,3	42,0	18,7	20,7	15,0	3,4	13,2	1,73	45,1
Empointeurs d'aiguilles.	»	69,6	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	50,0
Fabr. d'épingles.	80	12,5	15,0	5,0	10,0	42,5	22,5	27,4	7,6	»	21,2	»	»
Papetiers	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1,28	37,6
Porcelainiers	»	16,0	15,0	4,0	5,0	40,0	25,0	25,0	9,0	1,0	»	»	42,5
Ouvriers en grès.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	45,0
Selliers	234	12,8	7,5	2,5	5,0	27,8	40,1	22,6	7,6	1,9	15,4	2,39	53,5
Aiguiseurs	47	40,4	17,0	»	2,1	59,5	17,0	23,5	»	»	26,1	»	»
Serruriers	596	11,5	9,2	2,6	5,8	29,1	38,2	19,4	10,3	3,0	15,0	1,63	49,1
Forgerons	376	10,7	9,8	0,5	6,6	27,6	37,5	24,2	9,8	0,9	10,5	1,85	55,1
Ramoneurs	76	6,5	22,2	2,6	10,5	41,8	39,4	5,3	13,5	»	9,0	2,29	45,3
Fondeurs de caractères.	23	34,9	4,4	»	17,6	56,9	22,0	13,2	7,9	»	»	»	»
Cordonniers	1770	18,7	11,2	5,8	4,3	40,0	»	»	»	»	10,0	»	»
Cordiers	111	18,9	12,6	5,4	5,4	42,3	36,0	16,3	5,4	»	9,0	1,81	42 à 45
Fabr. de tamis	19	42,1	10,5	»	15,7	68,3	26,3	5,4	»	»	»	»	»
Tail. de pierres	162	36,4	8,0	8,7	8,7	61,8	19,8	5,6	12,8	»	21,5	2,8	36,3
Charrons	151	12,5	9,2	1,3	5,2	28,2	42,6	18,7	9,2	1,3	11,2	»	»
Fabric. de tabac	114	36,9	16,6	4,3	2,9	60,7	18,6	12,9	6,3	1,5	20,4	1,31	58,3
Tapissiers	77	25,9	11,7	2,5	10,3	50,4	24,9	20,7	4,0	»	14,3	2,39	»
Ebénistes	1214	14,6	10,1	3,9	6,0	34,6	34,0	18,4	10,1	2,9	11,8	1,89	49,8
Potiers	170	14,7	14,7	2,9	5,3	37,6	31,7	20,0	10,0	0,7	12,2	1,85	53,1
Drapiers	»	7 à 10	6 à 8	2 à 4	3,0	18 à 22	»	»	»	»	»	1 à 1,5	57,5 à 59
Horlogers	82	36,5	19,4	2,4	4,8	63,1	12,2	14,6	7,7	2,4	22,2	2,78	55,9
Tisserands	59	25,0	30,7	3,2	11,1	70,0	18,0	12,0	»	»	»	1,36	51,9
Couteliers et cloutiers.	279	12,2	12,2	3,7	3,2	31,3	33,3	27,1	6,3	2,0	9,2	2,32	(?)

IV. — MORBIDITÉ ET MORTALITÉ DES PROFESSIONS QUI EMPLOIENT DES MATIÈRES TOXIQUES.

NATURE DU TRAVAIL.	MORBIDITÉ POUR 100 MALADES DE TOUTE CAUSE (INTERNE). Phthisie.	Catarrhe bronchique chronique.	Emphysème.	Pneumonie	Total des maladies de poitrine	Empoisonnements industriels.	Maladies chroniques du bas-ventre.	MORTALITÉ p. 100 par rapport aux malades.	générale.	VIE MOYENNE. ans.
Fabriques d'aniline......	14,0	»	»	»	»	ars. 60 / anil 15	»	»	»	»
Mines d'arsenic.........	11,0	»	»	»	»	20	»	»	1,6	47,0
Fabriques de bleu.......	6,0	»	»	»	»	12,5	»	»	1,2	48,7
Plomb (mines)...........	12,0 (?)	»	»	»	»	6,0	»	»	1,8	41,0
Plomb (fourneaux)......	18,0 (?)	»	»	»	»	32.0	»	»		
Blanc de plomb........	6,5	5,5	2,5	»	»	68,0	»	»	»	»
Acétate de plomb.......	15,0	»	»	»	»	21,0	»	»	1,5	45
Fleurs artificielles.......	36,0	»	»	»	»	15,0	»	»	»	40,0
Lames de cuivre........	»	»	»	»	»	»	»	»	»	60,5
Phosphore (fabriques de).	25 à 30	22 à 25	6 à 8	»	»	2 à 3	»	»	1,5	»
Mercure (mines)........	15,0	20,0	»	3,5	»	3 à 4	»	»	1,24	52,0
Mercure (fourneaux).....	25,0 (?)	»	»	»	»	12.0	35	»	0,59 (?)	44,0
Vert de Schweinfurt.....	25,0	»	»	»	»	20,0	»	»	»	»
Mines d'argent..........	30 (?)	»	»	»	»	58,0	»	»	3,06	42.5
Allumettes chimiques...	25 à 30	35,0	»	»	»	»	40,0	12,2	3,2	»
Imprimerie.............	21,6	15,6	2,9	5,2	45,3	15,0	»	»	»	54,3
Couleurs (fabriques)....	25,0	9,3	»	6,2	40,5	20,0	15,6	13,3	2.51	63,7
Verrerie...............	17,8	19,3	1,8	3,6	42,5	10,0	14,9	»	2,08	57,3
Chapellerie.............	15,6	6,7	4,7	5,6	32,5	7,5	»	»	2,39	51,6
Fonderie de caractères..	34,9	4,4	»	17,6	56,9	35,0	»	»	»	»
Étameurs de glaces, hom.	25,0	»	»	»	»	»	65,0	»	2 8	48,6
— — fem..	40,0	»	»	»	»	»	80,0	»	5,0	36,2
Fabriques de tabac......	36,9	16,6	4,3	2,9	60,7	hom. 15,0 / fem. 45,0	»	20,4	1,31	58,3
Poterie................	14,7	14,7	2,9	5,3	37,6	25,0	20,0	12,2	1,85	53,1
Doreurs................	10,0	10,0	»	»	»	»	»	»	»	53,8
Blanc de zinc..........	6,0	12,0	1,0	6,0	25,0	»	»	»	»	»
Fer-blane..............	»	»	»	»	»	pb. 25 / ars. 10	»	»	»	»

V. — INFLUENCE DU SEXE ET DE L'AGE SUR LES BLESSURES.

NATURE et SIÈGE DES BLESSURES.	POUR 1000 — BLESSÉS EN GÉNÉRAL. Hommes.	Femmes.	Adultes.	Jeunes gens.	Enfants.	Proportion générale.	BLESSÉS DE MACHINES. Hommes.	Femmes.	Adultes.	Jeunes gens.	Enfants.	Proportion générale.	BLESSÉS AUTREMENT. Hommes.	Femmes.	Adultes.	Jeunes gens.	Enfants.	Proportion générale.
I. Tête et face..........	762	238	616	293	91	68	508	492	461	392	147	59	882	118	558	336	106	107
II. Blessures graves des extrémités supér. droites...	837	163	513	366	121	9	794	206	541	426	33	9	»	»	»	»	»	0,3
III. Blessures légères des extrémités sup. droites...	664	336	403	459	138	67	494	506	394	479	127	87	1000	»	853	147	»	12
IV. Blessures graves des extrémités sup. gauches.	830	170	571	346	83	6	777	223	629	333	3[illegible]	6	»	»	»	»	»	2
V. Blessures légères des extrémités sup. gauches..	700	300	447	433	120	54	529	471	370	512	118	61	»	»	»	»	»	7
VI. Blessures des extrémités inférieures..........	958	42	574	366	60	6	930	70	188	625	187	2	930	70	333	600	67	6

faite a à traverser les phases critiques de la grossesse, de l'accouchement, de la lactation ; voilà bien des circonstances où l'on ne saurait voir sans de vives inquiétudes son séjour dans le milieu anormal et dangereux de l'atelier. Ce milieu est tel parfois qu'il compromet non seulement la femme enceinte, mais aussi le fruit de la conception (*manufactures de tabac, industries du plomb*).

Constitution. — Un homme de constitution moyenne peut fournir en 10 heures environ 385,000 unités de travail ; mais il est peu de métier qui demande à l'homme toute sa force disponible. La machine fait le gros œuvre presque partout, sauf dans les travaux de mine et de terrassement, et encore. Il en résulte que nombre d'individus relativement frêles peuvent aborder ces ateliers de filature et autres, où il faut plus d'attention et de dextérité que de force, et où le travail, en tant qu'exercice, ne sert même pas à exciter le développement musculaire, comme le font les occupations agricoles. Néanmoins, il n'est pas dit pour cela que ces poitrines étroites soient aussi résistantes que de larges poumons à l'action des poussières, ni que le système nerveux de ces individus chétifs ne soit pas particulièrement sensible à l'influence des vapeurs toxiques.

État moral. — Sauf un petit nombre d'industries qui réclament des ouvriers presque lettrés (*typographes*), et de rares ateliers dont les chefs reprennent l'instruction du personnel et soutiennent leur conduite, les travailleurs de vastes chantiers sont ignorants et d'une éducation nulle, sinon mauvaise. Il est facile de comprendre le lien de cet état intellectuel avec la nullité des précautions d'hygiène générale ou particulière que l'on rencontre si fréquemment chez eux. Cette lacune grave est plus sensible encore au dehors qu'à l'atelier, où quelques mesures réglementaires obligent le personnel. Rendu à lui-même, l'ouvrier est malpropre sur sa personne et dans son logement ; il ne sait ni s'alimenter convenablement, ni réaliser quelques économies ; un grand nombre se livrent à des excès alcooliques, intermittents mais réguliers (le dimanche et le lundi) ; une haute et précoce dépravation se développe dans les ateliers de femmes. Nous n'avons pas à prendre ici le rôle de moraliste ; sans excuser l'inconduite des travailleurs de l'un ou de l'autre sexe, nous pourrions trouver à l'expliquer. Mais, en restant sur le terrain de l'hygiène, il est par trop clair que les habitudes de débauche désarment l'homme et la femme vis-à-vis des influences physiques redoutables qui les attendent, plus ou moins intenses, dans l'atelier.

Durée de travail. — L'homme ne peut rester actif que pendant un temps limité, surtout si son activité ne change pas d'objet. La limite se rapproche, quand il s'agit de jeunes gens. Indépendamment du sommeil nécessaire, des pauses sont indispensables pour les repas et, d'ailleurs, pour rompre la continuité du labeur.

Il y a là une grave question, que nous nous efforcerons de traiter au seul point de vue de l'hygiène. Dans beaucoup d'usines de France et de quelques autres pays, sous prétexte que l'entrée d'un ouvrier est un « contrat » librement accepté entre

le travailleur et le patron, celui-ci est arrivé peu à peu à demander à l'ouvrier, en échange d'un salaire convenu, un nombre d'heures de travail journalier qui dépasse la tolérance du sens commun. L'ouvrier est, dit-on, toujours libre d'accepter ou de refuser; les vérités théoriques sont fort complaisantes. L'ouvrier accepte donc, et il en résulte une situation qui n'est guère bonne pour personne, mais qui est particulièrement meurtrière pour la population laborieuse. On voit, en effet, ces malheureux, excédés, circuler encore automatiquement, après douze heures de travail, autour du mécanisme implacable, dont ils continuent à surveiller tant bien que mal le fonctionnement; mais s'il fallait un effort d'attention ou de vigueur, on peut être certain qu'ils en seraient incapables. Enfin, ils rentrent chez eux; mais, à ce point, on n'a plus de chez soi, on ne voit plus ni femme ni enfants; il n'y a qu'un endroit où l'individu exténué et affamé vient prendre sa pâture et un grabat sur lequel il s'étend, n'ayant plus la force de penser ni de sentir. Le lendemain, c'est à recommencer, et si, comme c'est inévitable, le repas et le sommeil n'ont pas équilibré la dépense de la veille, l'homme est de moins en moins capable de fournir un travail actif, une attention suffisante; il se traîne. La journée dure longtemps; mais quel ouvrier et quelle besogne! Quelle famille aussi et quel foyer!

Cependant, les forces et la vitalité sont débordées de plus en plus: c'est comme une dégradation méthodique des individus. On peut en augurer de la valeur des reproducteurs dans cette classe, et des tristes attributs de la génération qui va en sortir. Le malheur veut que les séductions du travail assuré et du salaire en apparence rémunérateur précipitent, vers les centres industriels, les ouvriers de la campagne qui se dépeuple au profit des villes; les reproducteurs tarés se multiplient et l'emporteront peut-être quelque jour; on cherche déjà, dans les villes industrielles, parmi la génération qui s'élève, les jeunes gens sur qui le pays puisse compter; d'irréprochables, on n'en trouverait guère. L'inaptitude au service militaire dans le département du Nord, selon les divers cantons, se répartit en raison directe de l'extension des grandes industries, comme il résulte des études de Costa. Le « libre contrat », dans ces conditions, perd beaucoup de ses droits à notre respect, et nous ne voyons pas bien pourquoi l'État, qui est responsable de la sécurité publique et de la vitalité nationale, ne fixerait pas les bases de ce contrat, de la même manière qu'il impose aux citoyens l'instruction et le service militaire obligatoires (Pierre Legrand). Remarquons qu'en France, où le principe du libre contrat a rencontré un défenseur de grand talent en la personne de H. Napias, on ne laisse pas que de légiférer beaucoup en cette matière; maladroitement, c'est vrai; mais cela prouve, au moins, que beaucoup d'hommes politiques pensent qu'ils en ont le droit et le devoir. Après tout, les hygiénistes déplorent tous notre faible natalité; or, les ouvriers font certainement beaucoup plus d'enfants que les petits propriétaires ruraux; ne serait-il pas rationnel de leur donner le temps de les élever? Voilà un genre de production qu'il faut aussi *protéger*. A moins qu'on n'organise la liberté partout; ce qui serait bon encore.

Il y a, assure-t-on, des circonstances dans lesquelles il est nécessaire d'admettre des tolérances à la limitation des heures du travail journalier; cela se présenterait chez les chauffeurs, les fondeurs, les imprimeurs, les meuniers, les fabricants de projectiles. On a admis des exceptions en 1851, en 1866, et l'on en admet tous les jours. Nous ne pensons pas que l'intransigeance soit de mise en hygiène; mais il semble bien que l'on pourrait, plus souvent qu'on ne dit, restreindre ou même supprimer le travail de nuit.

Protection légale des ouvriers. — En fait, il y a des lois. Comme le fait remarquer Napias, l'hygiène n'a pas à s'occuper des dispositions administratives qui règlent la *responsabilité des patrons* envers les ouvriers. C'est un cas particulier de la justice commune et de cette loi de bon sens, en vertu de laquelle quiconque a fait tort à autrui est tenu de constituer une indemnité. Ce qui est de notre ressort, ce sont les lois qui assurent la salubrité et la sécurité du travail, parmi lesquelles il faut ranger les dispositions fixant les limites de la durée pour les divers groupes d'âge et de sexe.

Salubrité et sécurité du travail. — Elles sont réglementées en Angleterre, plus que partout ailleurs (Napias), par le *Factory and Workshops Act* de 1878; en Autriche, en Allemagne (lois du 21 juin 1869 et du 17 juillet 1878), en Suisse (loi fédérale du 23 mars 1877), et dans beaucoup d'autres pays. En France, la loi du 19 mai 1874, qui ne prescrit des mesures de sécurité que pour les enfants, semble autoriser les patrons à s'en passer, dès qu'il n'y a pas d'enfants dans leurs ateliers, ou à exclure les enfants de leurs opérations, ce qui ne serait qu'un petit mal. Depuis lors, plusieurs projets ont été présentés au Parlement (Félix Faure et Martin Nadaud, 1882; Richard Waddington, 1884 et même 1887); au Ministre du Commerce (rapport de Napias au *Comité Consultatif d'hygiène publique*, 1884). En général, les amendements particuliers que l'on y introduit au cours de la discussion, en altèrent sensiblement l'économie. Finalement, ils n'aboutissent pas, jusqu'à nouvel ordre. Aussi ne saurait-on louer trop haut les associations qui suppléent aux lois (*Société mulhousienne*, *Société rouennaise*, *Association des industriels de France pour préserver les ouvriers des accidents du travail*).

Age d'admission et durée du travail. — Il n'y a en général pas désaccord en ce qui concerne les *enfants*, ceux du sexe féminin surtout. Il est nécessaire de fixer un âge légal d'admission aux ateliers, et des limites de durée journalière du travail des enfants.

En Angleterre, malgré le souci des législateurs de 1878, le respect de la liberté individuelle fait que les dispositions administratives punissent plus qu'elles ne préviennent et que l'on voit encore, dans le pays, des enfants de 8 à 13 ans passer la journée dans un atelier. Beyer (Dusseldorf) en évaluait le nombre à 118,000.

En Allemagne, le règlement du 21 juin 1869 (*Reichsgewerbeordnung*) interdit le travail *régulier* au-dessous de 12 ans révolus. Il permet 6 heures de travail par jour, de 12 à 14 ans, avec des pauses convenables et sous la condition de 3 heures d'école obligatoire par jour; le *travail de nuit* et le *travail du dimanche* sont formellement défendus. Dans ces conditions, il n'y a pas, dans l'empire allemand, beaucoup plus de 20,000 enfants employés dans les manufactures sur un total de 880,500 ouvriers. Sur ce nombre, la Bavière n'a guère que 1,000 enfants de 12 à 14 ans dans les ateliers, tandis que la Saxe en compte environ 3,000. — De 14 à 16 ans, le travail ne doit pas dépasser 10 heures, y compris les pauses; le repos de la nuit et du dimanche restant réservé. Il y a, en Allemagne, 60,000 ouvriers de cette catégorie. — Il est à remarquer que cette loi ne comporte pas de conditions spéciales ni d'exceptions; aussi porte-t-elle des fruits.

Ce qui n'est pas assez le cas de la loi française (loi du 19 mai 1874; règlements de 1875 à 1877).

Celle-ci, Beyer la qualifie d' « amère plaisanterie faite à l'hygiène », et nous ne pouvons, malheureusement, nous trouver blessés du mot. La *loi Joubert* porte que les enfants pourront être admis à l'âge de 10 ans révolus dans *quelques industries* spécialement déterminées par un règlement d'administration publique (voy. IIIe partie); mais, jusqu'à 12 ans, ils ne seront assujettis qu'à un travail de 6 heures par jour, interrompu par un repos. — Partout ailleurs, on n'admettra dans les manufactures et les usines que des enfants âgés au moins de 12 ans. — Les garçons au-dessous de 12 ans et les filles au-dessous de 21 ans ne pourront être employés à aucun travail de nuit, non plus que dans les ateliers à produits vénéneux ou sujets à explosions. Il y aura une école dans l'atelier. — Comme la loi ne défend pas d'imposer un travail de 12 heures aux enfants de 12 ans, qu'elle ne s'oppose pas à ce qu'on soumette des jeunes gens incomplètement développés au travail de nuit, qu'on les fasse descendre dans les carrières, dans les mines, Beyer a quelques raisons de la trouver barbare.

Aujourd'hui que l'instruction est obligatoire en France de 6 à 14 ans, on ne comprend plus bien la loi de 1874, qui semble admettre qu'on ne s'occupe plus d'instruction à partir de 12 ans. Comme le pense Napias, notre loi du 28 mars 1882 indique à elle seule l'âge de 14 ans comme celui auquel peut commencer le travail industriel.

Le tableau ci-après renferme les fixations de diverses législations (la Belgique n'y est point, parce qu'elle vit sous le régime du décret du 3 janvier 1813, qui fixe le minimum d'âge à dix ans !).

Pour ce qui est de la durée du travail des *adultes*, en Allemagne et dans les autres pays d'Europe, sauf la Suisse, où existe le *Bundesgesetz* du 23 mars 1877, il n'y a pas de loi sur ce point; en Angleterre, cependant, un usage si bien établi qu'il vaut une réglementation légale a fixé la durée du travail à 56 heures et demie par semaine. En Amérique, le travail de 10 heures par jour a prévalu. En Suisse, il est de 11 heures pour les jours ordinaires et de 10 heures la veille des jours de fête. En Belgique règne la liberté illimitée du travail ; les enfants mêmes et les femmes ne sont point protégés (Richard Waddington). La durée du travail, en France, est toujours fixée au maximum de 12 heures, par la loi du 9 septembre 1848. Mais le manque de distinctions dans cette loi et les dispositions intervenues depuis la rendent à peu près inappliquée. Il est probable que la limite sera abaissée à 11 heures, bien que beaucoup veuillent descendre à 10 heures. Nous pensons que 10 heures d'absence de chez lui sont tout ce que l'on peut demander à l'ouvrier ordinaire.

Inspection du travail des enfants. Exceptions à la loi. — La loi de 1874 crée un *service d'inspection* du travail des enfants et prévoit l'institution de *Commissions locales* et d'une *Commission supérieure*, destinée à le contrôler. Cette inspection obtient de sérieux résultats, tant au point de vue de la prophylaxie de la prématuration physique qu'à celui de l'instruction des enfants admis dans les ateliers.

Travail des enfants dans les manufactures (Henri Napias).

PAYS.	AGE D'ADMISSION.	DURÉE DU TRAVAIL.	TRAVAIL DE NUIT.
Allemagne	12 ans	De 12 à 14 ans : 6 heures de travail coupées par un repos d'une demi-heure. De 14 à 16 ans : 10 heures de travail coupées par trois repos, une demi-heure le matin, 1 heure à midi, une demi-heure l'après-midi.	Interdit aux enfants. (La nuit va de 8 heures du soir à 5 heures du matin.)
Angleterre	10 ans (12 ans pour les mines)	De 10 à 14 ans : 6 heures. De 14 à 18 ans : 12 heures.	Interdit aux enfants et *aux femmes*.
Autriche	12 ans	De 12 à 14 ans : 6 heures de travail, repos d'une demi-heure. De 14 à 16 ans : 10 heures de travail, trois repos comme en Allemagne, *en plein air*.	Interdit aux enfants (de 8 heures du soir à 5 heures du matin).
Danemark	10 ans	De 10 à 14 ans : 6 heures de travail, repos d'une demi-heure. De 14 à 18 ans : 12 heures de travail, 2 heures de repos.	Interdit jusqu'à 14 ans (de 8 heures du soir à 6 heures du matin).
Espagne	10 ans	Garçons de 10 à 13 ans : filles de 10 à 14 ans : 5 heures. Garçons de 13 à 15 ans ; filles de 14 à 18 ans : 8 heures.	Interdit : garçons avant 15 ans, filles avant 17 ans.
France	12 ans (sauf quelques exceptions)	12 heures, divisées par un repos non spécifié. Dans les cas exceptionnels où l'enfant est employé de 10 à 12 ans, 6 heures de travail divisées par un repos.	Interdit : garçons avant 16 ans, filles avant 21 ans.
Italie (loi projetée)	9 ans	De 9 à 11 ans : 8 heures. De 11 à 15 ans : 10 heures.	Permis à partir de 11 ans !
Luxembourg	12 ans (16 ans pour les mines)	De 12 à 14 ans : 8 heures. De 14 à 16 ans : 10 heures.	Interdit avant 16 ans (9 heures du soir à 5 heures du matin).
Pays-Bas	12 ans	"	"
Suède (projet)	12 ans	De 12 à 14 ans : 6 heures de travail, repos d'une demi-heure. De 14 à 18 ans : 11 heures de travail, repos de 2 heures.	Interdit jusqu'à 18 ans (8 heures du soir à 5 heures du matin).
Suisse	14 ans	Comme pour les hommes, 11 heures *moins le temps de l'école* qui doit être pris sur ces 11 heures.	Interdit jusqu'à 18 ans.

Si les dispositions de cette loi en ce qui concerne la protection contre les appareils dangereux étaient étendues aux adultes, il est clair que le même service d'inspection pourrait, sans être beaucoup développé, vérifier l'exécution des mesures de sécurité générale.

La même loi autorise l'emploi des enfants à partir de dix ans dans quatorze industries importantes, dont quelques-unes, comme la filature et la verrerie (Napias), présentent de réels dangers pour la santé. Il n'est pas bien sûr que toutes ces industries, la filature, le retordage du coton, la corderie à la fendue, le dévidage des cocons — et même la verrerie — ne puissent se passer des enfants.

Apprentissage. — La section X de la loi de 1874 décide l'application des principaux articles aux enfants placés en apprentissage dans les conditions de la loi du 22 février 1851. C'est de toute justice. Seulement, pour des raisons qu'expose Napias, « l'apprentissage se meurt en France » et est remplacé peu à peu par les *Écoles professionnelles*.

A Paris, une très utile *Société* dite *de protection des apprentis* a pour but d'améliorer la condition des apprentis et des enfants employés dans les manufactures; elle place et surveille des enfants chez des patrons, particuilèrement chez des ouvriers dont la besogne confine aux travaux artistiques (horlogers, bijoutiers, couteliers, doreurs, relieurs, etc.), en cherchant elle-même les placements, en se chargeant du contrat avec le patron et en fournissant à l'apprenti divers objets que le premier ne pourrait mettre à sa disposition, un lit par exemple. On a songé à quelque chose d'analogue à Lille; mais les filatures n'ont pas besoin d'apprentissage. A Nantes, l'instituteur Livet a précisément réalisé la combinaison de l'enseignement professionnel avec l'instruction élémentaire ; il prend l'enfant à quatre ans, le prépare jusqu'à huit par des leçons de choses, le soumet, de huit à douze, au cours élémentaire. A douze ans commence l'enseignement professionnel.

3° Hygiène générale des ouvriers.

Alimentation des ouvriers. — Elle est tout d'abord soumise aux règles générales que nous avons tracées antérieurement (p. 856 et suiv.). Puis, elle dépend beaucoup des habitudes et des ressources locales. Les ouvriers étant nombreux, pressés, peu éclairés, obligés d'acheter au détail, ce sont eux qui s'offrent comme les victimes ordinaires de la fraude, et eux que les administrations sanitaires doivent protéger par-dessus tout.

Par ailleurs, le rendement en travail est essentiellement en rapport avec la richesse alimentaire. Les ouvriers du Nord, mal nourris, fournissent moins de travail et plus de malades que ceux d'Alsace. Lombard et Sonderegger ont attribué pour une grande part l'anémie des ouvriers du tunnel du Saint-Gothard à la mauvaise alimentation de ces hommes, presque tous Italiens, naturellement sobres, et dont quelques-uns économisaient 100 francs sur les 125 qu'ils gagnaient par mois. On ne résiste pas aux atmosphères méphitiques ou délétères avec un régime aux galettes et bouillies de maïs, non plus qu'avec le café (à la chicorée) des ouvriers

flamands. Il est particulièrement nuisible d'arriver *à jeun* dans un chantier insalubre (mines).

L'anémie du Saint-Gothard a été mortelle pour un certain nombre d'ouvriers ; cette gravité, peu habituelle à l'anémie par insuffisance alimentaire, a fait chercher quelque autre circonstance encore de l'hygiène de ces mineurs. Pagliani a mis en cause l'atmosphère des chantiers, méphitique, pénétrée de gaz irrespirables et d'*oxyde de carbone;* cette étiologie nous paraît fort légitime, si nous nous reportons au souvenir de l'*anémie d'Anzin*, au commencement du siècle. Cependant Perroncito et Concato, Sonderegger, Baumler, Bugnion, P. Fabre, pensent devoir faire intervenir, dans l'origine des accidents, la présence de l'*ankylostome duodénal*, constatée dans les selles des malades, surtout après administration d'un vermifuge, et dans l'intestin des cadavres. Lesage a, de même, fait expulser à des mineurs d'Anzin des ankylostomes gorgés de sang, en compagnie de quelques *anguillules* semblables à celles de la diarrhée de Cochinchine. En se rappelant que Griesinger, Wucherer, attribuent à l'ankylostome l'anémie intertropicale, on ne peut se refuser à porter quelque attention sur ce nouveau rapport étiologique, bien qu'il ne soit pas hors de toute contestation. — Il nous ramènerait, toutefois, encore aux recommandations d'hygiène alimentaire qui font l'objet de ces lignes. L'ankylostome s'introduit par les voies digestives, probablement avec l'eau (à l'état d'œufs) ; l'indication formelle est donc de filtrer l'eau de boisson des mineurs et de ne pas laisser ouverts, exposés aux poussières des galeries (Pagliani), les vases qui la renferment. Les mineurs déposent leurs excréments dans un coin des chantiers; il est difficile de les en empêcher; mais ne pourrait-on trouver pour leur usage quelque chose comme des fosses mobiles avec désinfection chimique ou même à la terre?

Les chefs d'usines, dit Hirt, en se chargeant de la nourriture des ouvriers, pourraient assurer à ceux-ci une bonne alimentation, en même temps que servir leurs propres intérêts, puisqu'ils retrouveraient en travail effectué ce qu'ils auraient pu y mettre de soins. Un docteur B..., fabricant d'aniline, à Höchst, emploie cette méthode et conserve des ouvriers brillants de santé. Nous avons cité des faits analogues (p. 1223).

Habitation des ouvriers. — « Il ne servirait de rien d'essayer de réaliser, par l'assainissement de l'atelier ou de l'usine, une économie de la vie humaine, si l'infection du logement, l'encombrement funeste des chambrées n'était pas sérieusement et sévèrement interdit » (H. Napias). Or, l'habitation des ouvriers, dans les grandes cités manufacturières, est souvent dans des conditions lamentables. Les quartiers difformes, les entassements de maisons et d'étages, les logements sans soleil leur reviennent avec une régularité malheureuse et presque imposée par la médiocrité des salaires, la famille nombreuse et jeune. Non pas que le loyer de bas prix emporte nécessairement un logement insalubre ; mais les immeubles disgraciés existent et persistent dans les villes; ils se déprécient eux-mêmes, et c'est à ceux-là que les petites bourses s'adressent naturellement. En profitant de cette disposition et de cette nécessité, les propriétaires de ces immeubles ont même réussi à en tirer un bon parti. D'autre part, quelques spéculateurs ont construit tout exprès des maisons « de logement », dans lesquelles le mépris de l'hygiène s'étale avec une étonnante hardiesse. Grâce au développement énorme de l'industrie, des

maisons se sont ouvertes, sous les noms de « logements de nuit, logements garnis, garnis, *Common logding Houses*, *Herbergen*, *Logirhäuser*, etc. », dans presque toutes les villes de l'Europe, à cette masse flottante d'individus dépaysés, que le travail amène de loin, sans intention de fixité. Du Mesnil distingue donc, avec raison : 1° les logements comportant une ou plusieurs pièces louées par des ouvriers ayant une famille, possédant un mobilier; 2° tout ce qui mérite plus ou moins formellement le nom de *garnis*.

Les premiers sont dans des rues étroites, les impasses, les courettes (Lille), enfermant un espace où le sol est inégal, fangeux, souillé, et où l'atmosphère, immobile, reçoit rarement un rayon de soleil (*bataillons carrés* de Bruxelles). Les détritus et les immondices de toutes sortes s'étalent au voisinage de la maison qui, ellemème, grâce aux corridors étroits, aux escaliers sombres, à l'installation sans aucun soin des latrines, ne lutte pas contre l'envahissement de la putridité et n'a pas le moyen de se donner une circulation d'air. En 1860, à Paris, dit Marjolin, sur 40,644 ménages, 27,767 n'avaient pour vivre qu'une seule pièce, dans laquelle il y avait de 1 à 5 lits. Dans ce réduit, l'on fait la cuisine sur un fourneau de fonte devant lequel sèchent des langes, de vieilles hardes; la mère y fait incessamment la lessive de la famille; les murs sont le domaine définitif des parasites; la crasse et l'ordure y sont tellement tenaces que, d'un locataire à l'autre, on s'y résigne naturellement et que personne ne fait rien pour s'en débarrasser. On sait, d'ailleurs, et il n'est pas difficile de le comprendre, que cette promiscuité de la famille dans une pièce unique est une école de dépravation pour les enfants; c'est là que la jeunesse perd l'instinct de la pudeur et que les pères corrompent leurs propres filles.

Nous avons dit précédemment l'influence fâcheuse de l'excessive densité de la population dans les locaux habités. J. Körösi calcule qu'à Budapest la durée moyenne de la vie est de :

35 ans 5 mois,	dans les habitations	à 2 habitants par pièce.
33 ans 2 mois,	—	2 à 5 hab.
31 ans 11 mois,	—	5 à 10 hab.
30 ans 6 mois,	—	à plus de 10 hab.

A Berlin (Wasserfuhr), on a 38 décès p. 1,000 dans le quartier de Luisenstadt, où il y a 91 habitants par immeuble; 33 au faubourg d'Oranienburg, avec 77 habitants par lot de terrain; 36 à 38 dans les quartiers de Stralau et de Rosenthal, qui ont de 76 à 77 habitants par lot; — tandis que la mortalité n'est que de 18 à 22 p. 1,000 dans les quartiers à 34-35 habitants par lot.

En France (loi du 13 avril 1850), les *Commissions des logements insalubres* sont chargées de voir ces maisons meurtrières, d'indiquer les améliorations possibles et même de demander l'interdiction de l'habitation, mesure dont il ne faut pas abuser. A Paris, les affaires dont est saisie la Commission dépassent 3,000 par an (E. R. Perrin); à Lille, pour 1879, la Commission a visité 1,098 maisons (Bécour). Il est fâcheux que ce service fonctionne moins bien partout ailleurs.

Les « garnis » présentent des conditions encore plus lugubres que les logements précédents. La maison réunit à l'insalubrité d'ensemble l'étroitesse de chaque compartiment, la nullité du mobilier, la malpropreté foncière, la promiscuité la plus étendue, l'entassement indéfini des hôtes. Ces misères sont encore moins flagrantes dans les auberges proprement dites, même du plus bas étage, que chez ces logeurs en garnis qui, ayant leur famille à eux, cèdent une place de leur logement à cinq ou six hôtes de

hasard et essentiellement mobiles, comme cela se pratique sur une large échelle dans les contrées industrielles d'Allemagne, Prusse, Haute-Silésie, provinces du Rhin (Goltdammer, Wolff, de Dusseldorf). Dans le premier cas, la police a quelque accès dans les logements ; dans le second, logeur et locataires jouissent d'une effroyable liberté, sans contrôle. A Berlin, il n'est pas rare de trouver de ces gîtes qui allouent un cube de $2^{mc},5$ à 3 mètres cubes à chacun de leurs pensionnaires.

Pistor compte 2,200 locataires (ouvriers) chez 1,848 logeurs, à Essen (ville); 2,492 chez 1,840 logeurs, à Essen (campagne); 1,706 dans 1,360 maisons, à Mülheim ; 1,823 ouvriers (filatures de coton) chez 1,220 logeurs en garnis, à Munich-Gladbach ; 1,186 locataires dans 346 garnis, à Elberfeld ; 1,001 en 370 garnis, à Dusseldorf, etc. Il n'y a jusqu'aujourd'hui aucune mesure légale vis-à-vis de cet état de choses qui, au témoignage de Goltdammer (Berlin), de Jacobi (Breslau), de Göttisheim (Vienne), est le terrain de propagation de la syphilis, de la fièvre typhoïde, du typhus tacheté, du typhus à rechutes ; relation étiologique également attestée, à Londres, par le colonel Henderson (chef de la police).

Du moins s'efforce-t-on, à Londres, de réagir et de sauvegarder la santé publique en même temps que celle des ouvriers. Des Associations privées (*Building Societies*) ont fait élever, depuis 1874, des maisons de logement salubres (*Model Lodging House*), dans lesquelles un nombre d'ouvriers, restreint à la vérité, est reçu dans des conditions décentes. La plus belle de ces entreprises est celle qui repose sur la « fondation Peabody ». En 1862, Peabody, riche Américain, donna à la population pauvre de Londres un fonds de 3,750,000 francs, qu'il éleva plus tard à 12 millions. Le Comité chargé d'administrer ce capital a construit 4,551 logements séparés, en 18 groupes, qui abritent 19,000 personnes, à des prix très abordables. Le fonds rapporte encore 3 p. 100.

Le Parlement est intervenu par les lois de 1851 et 1853 (*Common Lodging Houses Act*), qui ont été incorporées sans changement dans le *Public Health Act* 1875, et qui mettent les maisons de logement sous la surveillance des autorités administratives et sanitaires chargées de prescrire elles-mêmes les mesures d'hygiène. Des amendes assez élevées sont prévues à l'égard des délinquants.

D'après Du Mesnil, Bâle, Copenhague, Rome, Genève, Saint-Pétersbourg, possèdent des règlements plus ou moins complets sur les hôtels, auberges, cabarets, logeurs. Bruxelles en est à la période des projets ; Lille (Hudelo), Amiens (Mollien), n'ont aucun service particulier à qui incombe le soin de se préoccuper des garnis ou chambrées ni de leurs locataires (5,613 à Lille). Rouen n'en a pas beaucoup plus. Paris s'est hâté, en 1878, quelque temps avant l'ouverture du congrès du Trocadéro, de se donner un règlement auquel Du Mesnil reproche de ne pas avoir fixé le minimum de hauteur d'étage de $2^{m},60$, qu'avait demandé la Commission des logements insalubres. Il a, du reste, fait place à l'*Ordonnance du Préfet de police*, en date du 25 octobre 1883, à laquelle nous empruntons les dispositions suivantes :

ART. 11. — Le nombre des locataires qui pourront être reçus dans chaque chambre sera proportionnel au volume d'air qu'elle contiendra. Ce volume ne sera jamais inférieur à 14 mètres cubes par personne. La hauteur sous plafond ne devra pas être inférieure à $2^{m},50$.

Le nombre maximum des personnes qu'il sera permis de recevoir dans chaque chambre y sera affiché d'une manière apparente.

Art. 12. — Le sol des chambres sera imperméable et disposé de façon à permettre de fréquents lavages, à moins qu'il ne soit planchéié et frotté à la cire ou peint au siccatif.

Les murs, les cloisons et les plafonds seront enduits en plâtre; ils seront maintenus en état de propreté, et, de préférence, peints à l'huile ou badigeonnés à la chaux.

Les peintures seront lessivées ou renouvelées au besoin tous les ans.

On ne pourra garnir de papiers que les chambres à un ou deux lits, et ces papiers seront renouvelés toutes les fois que cela sera jugé nécessaire.

Art. 13. — Ces chambres doivent être convenablement ventilées.

Les chambres, c'est-à-dire les chambres qui contiennent plus de quatre locataires, devront être pourvues d'une cheminée ou de tout autre moyen d'aération permanente.

Art. 14. — Il est défendu d'admettre dans les chambrées des personnes de sexe différent.

Art. 15. — Il est interdit de louer en garni des chambres qui ne seraient pas éclairées directement, ou qui ne prendraient pas air et jour sur un vestibule ou sur un corridor éclairé lui-même directement.

Les chambrées et les chambres qui contiendraient plus de deux personnes devront toujours être éclairées directement.

Art. 16. — Il est interdit de louer des caves en garni. Les sous-sols ne pourront être loués en garni, qu'en vertu d'autorisations spéciales.

Art. 17. — Les cheminées et conduits de fumée doivent être établis dans de bonnes conditions au point de vue du danger d'incendie. Les conduits auront des dimensions ou des dispositions telles que la chaleur produite ne puisse être la cause d'une incommodité grave pour les habitants de la maison. — Les conduits seront, en outre, entretenus en bon état et nettoyés ou ramonés fréquemment (*Ordonn.* du 15 septembre 1875).

Art. 18. — Il n'y aura pas moins d'un cabinet d'aisances par chaque fraction de 20 habitants.

Art. 19. — Ces cabinets, peints au blanc de zinc et tenus dans un état constant de propreté, seront suffisamment aérés et éclairés directement. — Un réservoir ou une conduite d'eau en assurera le nettoyage. — A défaut de réservoir ou de conduite d'eau, une désinfection journalière sera opérée au moyen d'une solution (par exemple de chlorure de zinc à 5 p. 100) dont quelques litres seront toujours laissés dans les cabinets. — Les cabinets devront être munis d'appareils à fermeture automatique. Si l'administration le juge nécessaire, un siphon obturateur sera établi au-dessous de cette fermeture. — Le sol sera imperméable et disposé en cuvette inclinée, de manière à ramener les liquides vers le tuyau de chute et au dessus de l'appareil automatique, — Les urinoirs, s'il en existe, seront construits en matériaux imperméables. Ils seront à effet d'eau.

Art. 20. — Les corridors, les paliers, les escaliers et les cabinets d'aisances devront être fréquemment lavés, à moins qu'ils ne soient frottés à la cire ou peints au siccatif, ainsi que cela a été prescrit pour les chambres. — Les peintures seront de ton clair.

Art. 21. — Les plombs seront munis d'une fermeture hermétique, lavés et désinfectés souvent. — Les gargouilles, caniveaux et tuyaux d'eaux pluviales et ménagères seront entretenus avec le même soin.

Art. 22. — Chaque maison louée en garni sera pourvue d'une quantité d'eau suffisante pour assurer la propreté et la salubrité de l'immeuble et pour pourvoir aux besoins des locataires.

Art. 23. — Un service spécial d'inspecteurs de la salubrité des garnis est chargé de s'assurer que les conditions exigées par la présente ordonnance sont remplies. Les logeurs seront tenus de les recevoir aussi souvent qu'ils se présenteront.

Art. 24. — Toutes les fois qu'un cas de maladie épidémique ou contagieuse se sera manifesté dans un garni, la personne qui tiendra ce garni devra en faire immédiatement la déclaration au commissaire de police de son quartier ou de sa circonscription, lequel nous transmettra cette déclaration. — Un médecin délégué de l'Administration ira constater la nature de la maladie et provoquer les mesures propres à en prévenir la propagation. — Le logeur sera tenu de déférer aux injonctions qui lui seront adressées à la suite de cette visite.

Les vœux exprimés par les hygiénistes allemands, à Stuttgart (1879), portent sur les mêmes points essentiels. On demande seulement 10 mètres cubes par personne, une surface de 4 mètres carrés et une ouverture de fenêtre correspondant à 0mq,50 par tête; il est, en outre, réclamé du linge de toilette, deux draps de lit propres, une couverture de laine et un sac de paille.

Cités et maisons ouvrières. — Ce titre correspond aux deux modes suivant lesquels on a tenté de régulariser l'installation des ouvriers dans des logements salubres. Le type du premier mode est la *cité Napoléon*, rue Rochechouart, à Paris, qui la première bénéficia d'une subvention de 200,000 fr. donnés par l'État en vertu des décrets des 22 janvier et 27 mars 1852. Elle renferme 194 logements, donnant abri à 500 personnes, avec bains, lavoir, salle d'asile. Ce modèle a servi, y compris le nom de baptême, à quelques autres villes, à Lille notamment. Mais l'expérience a démontré qu'il y avait là une erreur; les cités ouvrières sont fréquentées par les petits employés, les petits rentiers, les vieillards, et non par leurs destinataires supposés, les ouvriers, qui d'ailleurs regardent fort dédaigneusement ces *cités-casernes*, où la dignité de l'individu et de la famille est traitée avec une certaine inconvenance.

Il faut à l'ouvrier en famille une maison indépendante, agréable, qui puisse lui appartenir un jour et qu'il façonne à sa guise. En 1835, André Kœchlin, de Mulhouse, avait fait bâtir autour de ses usines 36 logements comprenant deux chambres, une cuisine, une cave, un grenier et un jardin. L'ouvrier n'obtenait ces logements (Ém. Trélat), loués d'ailleurs à prix modérés, qu'à la condition de cultiver son jardin de ses mains, d'envoyer ses enfants à l'école, de faire chaque semaine un dépôt à la caisse d'épargne et de payer 15 centimes à la caisse des malades. Telle a été l'origine de la *Société mulhousienne des cités ouvrières.*

Le but des fondateurs étant d'assurer à l'ouvrier une habitation indépendante et *attachante*, ils ne crurent pouvoir faire mieux que d'offrir au locataire de leurs maisons la perspective d'en devenir acquéreur avec la patience et le travail. Ils bâtirent donc des maisons avec jardin, par îlots de quatre, sur un modèle à peu près uniforme, mais non invariable, d'une valeur de 2,555 francs (sans étage) à 3,108 francs (avec étage), et que les ouvriers peuvent louer à raison de 18 francs par mois, mais qu'ils peuvent aussi *acheter*, dès le premier jour, en payant d'avance 250 ou 300 francs et en versant 20 ou 25 francs par mois (au bout de treize ans et cinq mois, l'on est propriétaire d'une maison de 3,000 francs). La Société engagea un capital de 355,000 francs et obtint de l'État une subvention de 300,000 fr. ;

elle s'interdit de tirer plus de 4 p. 100 d'intérêt de son capital. Constituée en juin 1853, elle avait bâti, en 1877, 948 maisons dont 945 étaient vendues, représentant une somme de 2,780,625 francs, sans compter les frais.

La séduction sur les ouvriers est donc démontrée. Quant aux conséquences sanitaires, il est facile de comprendre qu'elles aient été des plus heureuses, puisque l'on a supprimé la superposition des étages, l'encombrement des locaux, et assuré à toutes ces maisons l'ensoleillement et le bain d'air qui sont la base de la salubrité des habitations. C'est le *Cottage-system*, que nous avons tant loué précédemment (1re Partie : HABITATION), réalisé sur des plans modestes. Malheureusement, un danger ressort de la situation même. C'est que l'ouvrier, devenu propriétaire, ou ses héritiers, vendent la maison à quelqu'un qui n'est pas ouvrier. Ce qui arrive.

L'Angleterre, la Belgique, l'Allemagne, ont copié plus ou moins adroitement la Société mulhousienne. Les villes industrielles, en France, n'en ont pris que la construction de maisons par les compagnies, en maintenant aux ouvriers la qualité de locataires. « Dans la seule région du Nord, dix-huit établissements de mines, sur vingt-trois, ont élevé 7,000 maisons (les *corons*) représentant un capital de 18 millions, occupées par 31,500 habitants, dont 11,500 ouvriers mineurs. La location est de 70 p. 100 inférieure à la moyenne des locations du pays. Au Creusot, la Compagnie loue à ses ouvriers une maison parfaitement organisée pour 30 francs par année... En 1868, la compagnie d'Anzin a consacré 25 p. 100 de ses bénéfices à l'amélioration matérielle et morale de ses employés. D'autres sociétés ont dépensé une somme égale à 22 p. 100 de tous les salaires pour la même destination. » (de Melun : *Rapport à l'Assemblée nationale*, 1875).

Cette excellente hygiène porte en elle-même sa récompense ; elle établit le meilleur des liens entre le patron et l'ouvrier et donne à leurs rapports un caractère de haute moralité profitable à tous. Mais les procédés de la Société mulhousienne seraient les plus aptes à tirer de la situation toutes les conséquences de salubrité et de dignité individuelle dont elle est susceptible, s'ils n'avaient le côté faible, signalé tout à l'heure.

Le *familistère* de Guise, créé par M. Godin, fournit encore des logements convenables et à bon marché aux ouvriers en même temps qu'il assure un revenu suffisant au capital employé. Les logements « sont disposés dans trois corps de bâtiments réunis par des cours couvertes, largement aérées, où les enfants peuvent jouer à l'abri des intempéries. Les rez-de-chaussée sont consacrés à des magasins coopératifs, où l'ouvrier trouve, à prix réduit, tout ce dont il a besoin. » (Cacheux). En Amérique, on donne *Pullmann City* comme exemple d'une solution parfaite de la question des logements d'ouvriers.

La cité ouvrière de *Wilhelmsruhe*, près de Cologne, fondée par le professeur Gerhard vom Rath, se borne à louer aux ouvriers des maisons spacieuses et salubres pour le même prix qu'ils auraient mis à louer, en ville, des logements chétifs et malsains.

D'après une obligeante communication du docteur Dransart, la « Cité Asturienne » d'Auby (près de Douai) renferme 850 habitants en 150 maisons appartenant à la Compagnie, qui y loge ses employés et principaux ouvriers, sans leur demander de loyer ni leur permettre de devenir acquéreurs. Ces habitations forment cinq rues, avec trottoirs, ruisseaux de rue, bornes-fontaines (eau d'un forage à 70 mètres) ; le tout tenu très proprement. Des fosses d'aisances, presque toutes mobiles, sont ménagées à chaque habitation ; elles sont vidées sur le jardin d'environ 1 are, attenant à chaque maison. Ces habitations sont par groupes de deux, adossées l'une à l'autre ; chaque groupe recouvre 100 mètres carrés et est séparé du voisin par un espace de 10 mètres. Les rues sont drainées à 2m,50 de pro-

fondeur. La Compagnie entretient, à ses frais, une école de garçons et une de filles, où les enfants sont admis à partir de l'âge de cinq ans. Elle a fait bâtir une chapelle. Une consultation médicale gratuite a lieu tous les jours; une infirmerie de quatre lits reçoit les blessés graves. La Compagnie ne donne d'indemnité qu'à ceux qui sont blessés à l'usine; elle paye assez souvent aux malades des journées ou des demi-journées. — Un certain nombre de *logeurs* complètent l'agglomération.

4° Influence de l'industrie sur le milieu extérieur.

L'industrie, à divers égards, menace l'intégrité des milieux naturels et compromet la situation biologique des individus qui, sans y participer en rien, se trouvent dans le rayon de ses opérations.

Le sol. — L'industrie le perfore, le creuse, le mine, et provoque, sur divers points d'exploitation houillère, des affaissements de la surface, qui amoindrissent la valeur des propriétés. On pourrait les prévenir, probablement, en donnant aux galeries de mine des soutiens sérieux.

Ailleurs, l'épandage de matières putrides sur le sol (*tanneries*, *équarrissage*, *distilleries*, *désuintages de laines*, etc.) est la terminaison forcée des opérations industrielles. La puissance d'épuration du sol, heureusement, est énorme; le point capital est d'en user d'une façon méthodique ou, plutôt, scientifique.

Le sol, toutefois, n'a pas de pouvoir sur les substances purement chimiques, telles que les résidus de la *fabrication de la soude* par le procédé Nicolas Leblanc (sulfure de calcium, *charrées de soude*), qui sont rendus en grandes masses par les fabriques de produits chimiques du Nord. On a eu l'imprudence, autrefois, de faire avec ces résidus une sorte de remblai, le long des bords de la Deûle. Aujourd'hui, les pluies qui lavent ce sol entraînent les composés de soufre dans la rivière où, grâce à la présence de détritus organiques, ils rendent à l'eau de l'hydrogène sulfuré en quantité telle que le ruisseau, sur un long parcours, semble écouler le produit d'une source pyrénéenne.

L'air. — Un effet au moins très désagréable, c'est la pénétration de l'atmosphère par la *fumée*, qui, cependant, est une réelle poussière de charbon et peut contribuer à former les dépôts pulmonaires *anthracosiques*. A Londres, la suppression de la fumée (*the abatment of smoke*) passionne à bon droit les esprits (Vallin). A Lille, la fumée de la houille noircit le brouillard, comme à Londres, et répand une fine poussière de charbon partout, dans les logements, sur les meubles, les livres, le linge. Les règlements prescrivent aux usines de *brûler leur fumée:* seulement, ils n'ont pas donné le secret de la fumivorité. Ce qu'il y a de mieux jusqu'aujourd'hui, c'est d'enseigner aux chauffeurs à ne fournir le charbon aux foyers que par petites portions, qui ne le refroidissent pas tout d'un coup et n'empêchent pas le passage de l'air.

Puis, viennent les vapeurs *irritantes* ou *toxiques* (acide sulfureux), les émanations putrides, nauséeuses, incommodes (odeurs des usines à engrais, de la calcination des vinasses de betteraves pour la fabrication de la

potasse, épandage des vinasses de distillerie ; — acide sulfhydrique des *sucrateries* à la baryte ; — tanneries ; — fabriques de chicorée ; — magasins à fromages ; — torréfaction du café).

Finalement, l'air est mis en vibration par les *bruits* industriels ; bruits des machines, des usines métallurgiques, de la chaudronnerie, des fonderies, etc., à un point parfois odieux et même dangereux pour les organisations nerveuses.

L'eau. — L'industrie est la cause la plus puissante de la *pollution des cours d'eau* (Voy. p. 153). Elle compromet, d'autre part, la nappe souterraine, tantôt par les *puits absorbants* qui y déposent leurs résidus, tantôt par des épandages surabondants de matière putride. Nous avons dit précédemment comment les industries, sur divers points, en Angleterre, en Allemagne, en France, ont supprimé la pêche, la promenade en bateau, le bain froid, et substitué, à des ruisseaux qui agrémentaient une contrée, des courants noirâtres, fétides. Dans la partie est du département du Nord, l'élevage disparaît peu à peu, parce que les animaux qui paissaient dans les prairies ne peuvent plus se désaltérer aux eaux de l'Helpe.

La législation française, malheureusement, ne protège pas les cours d'eau. Tout au plus y a-t-il çà et là, sous prétexte de délit de pêche ou de contravention aux règlements sur la navigation, des procès-verbaux qui coûtent bien moins cher aux industriels que ne coûteraient les mesures d'épuration de leurs eaux résiduaires.

Nous avons indiqué (p. 773 et suiv.) quelles pourraient être ces mesures.

Terminons en mentionnant, parmi les dangers de l'industrie pour l'extérieur, la *propagation des incendies* au voisinage.

Établissements classés. — La législation a, de bonne heure, institué des mesures de protection contre l'industrie à l'intention des personnes, des habitations, des propriétés privées ou publiques, de l'air, du sol, mais en tant qu'il s'agit de voisinage et nullement dans la pensée d'assurer la sécurité des ouvriers eux-mêmes. Certaines industries sont effroyablement dangereuses pour ceux-ci, que le législateur de 1810 a rangées parmi les moins incommodes. Les « établissements insalubres » ne l'étaient, alors, que dans la mesure des menaces pour les voisins. Ce n'est que de nos jours que les préoccupations se tournent du côté des ouvriers.

DÉCRET

Relatif aux manufactures et ateliers insalubres, incommodes ou dangereux.

Palais de Fontainebleau, le 15 octobre 1810.

NAPOLÉON, etc.,

Sur le rapport de notre Ministre de l'Intérieur ;

Vu les plaintes portées par différents particuliers contre les manufactures et ateliers dont l'exploitation donne lieu à des exhalaisons insalubres ou incommodes ;

Le rapport fait sur ces établissements par la section de chimie de la classe des sciences physiques et mathématiques de l'Institut ;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons décrété et décrétons ce qui suit :

Article 1er. — A compter de la publication du présent décret, les manufactures et ateliers qui répandent une odeur insalubre ou incommode ne pourront être formés sans une permission de l'autorité administrative ; ces établissements seront divisés en trois classes :

La première classe comprendra ceux qui doivent être éloignés des habitations particulières ;

La seconde, les manufactures et ateliers dont l'éloignement des habitations n'est pas rigoureusement nécessaire, mais dont il importe néanmoins de ne permettre la formation qu'après avoir acquis la certitude que les opérations qu'on y pratique sont exécutées de manière à ne pas incommoder les propriétaires du voisinage, ni à leur causer des dommages.

Dans la troisième classe seront placés les établissements qui peuvent rester sans inconvénient auprès des habitations, mais doivent rester soumis à la surveillance de la police.

Art. 2. — La permission nécessaire pour la formation des manufactures et ateliers compris dans la première classe sera accordée avec les formalités ci-après, par un décret rendu en notre Conseil d'État (1).

Celle qu'exigera la mise en activité des établissements compris dans la seconde classe le sera par les préfets, sur l'avis des sous-préfets.

Les permissions pour l'exploitation des établissements placés dans la dernière classe seront délivrées par les sous-préfets, qui prendront préalablement l'avis des maires.

Art. 3. — La permission, pour les manufactures et fabriques de première classe, ne sera accordée qu'avec les formalités suivantes :

La demande en autorisation sera présentée au préfet et affichée par son ordre dans toutes les communes, à 5 kilomètres de rayon ;

Dans ce délai, tout particulier sera admis à présenter ses moyens d'opposition ;

Les maires des communes auront la même faculté.

Art. 4. — S'il y a des oppositions, le Conseil de préfecture donnera son avis, sauf la décision du Conseil d'État.

Art. 5. — S'il n'y a pas d'opposition, la permission sera accordée, s'il y a lieu, sur l'avis du préfet et le rapport de notre ministre de l'intérieur.

Art. 6. — S'il s'agit de fabriques de soude, ou si la fabrique doit être établie dans la ligne des douanes, notre directeur général des douanes sera consulté.

Art. 7. — L'autorisation de former des manufactures et ateliers compris dans la seconde classe ne sera accordée qu'après que les formalités suivantes auront été remplies.

L'entrepreneur adressera d'abord sa demande au sous-préfet de son arrondissement, qui la transmettra au maire de la commune dans laquelle on projette de former l'établissement, en le chargeant de procéder à des informations de *commodo et incommodo*. Ces informations terminées, le sous-préfet prendra, sur le tout, un arrêté qu'il transmettra au préfet. Celui-ci statuera, sauf le recours à notre Conseil d'État, par toutes les parties intéressées.

S'il y a opposition, il y sera statué par le Conseil de préfecture, sauf le recours au Conseil d'État.

(1) Le décret du 25 mars 1852, sur la décentralisation administrative, a chargé les Préfets de statuer sur l'*autorisation des établissements insalubres de première classe, dans les formes déterminées pour cette nature d'établissements, et avec les recours existants pour les établissements de deuxième classe.*

Art. 8. — Les manufactures et ateliers ou établissements portés dans la troisième classe ne pourront se former que sur la permission du préfet de police, à Paris, et sur celle du maire dans les autres villes.

S'il s'élève des réclamations contre la décision prise par le préfet de police ou les maires, sur une demande en formation de manufacture ou d'atelier compris dans la troisième classe, elles seront jugées au Conseil de préfecture.

Art. 9. — L'autorité locale indiquera le lieu où les manufactures et ateliers compris dans la première classe pourront s'établir, et exprimera sa distance des habitations particulières. Tout individu qui ferait des constructions dans le voisinage de ces manufactures et ateliers, après que la formation en aura été permise, ne sera plus admis à en solliciter l'éloignement.

Art. 10. — La division en trois classes des établissements qui répandent une odeur insalubre ou incommode aura lieu conformément au tableau annexé au présent décret. Elle servira de règle toutes les fois qu'il sera question de prononcer sur des demandes en formation de ces établissements.

Art. 11. — Les dispositions du présent décret n'auront point d'effet rétroactif; en conséquence, tous les établissements qui sont aujourd'hui en activité continueront à être exploités librement, sauf les dommages dont pourront être passibles les entrepreneurs de ceux qui préjudicient aux propriétés de leurs voisins; les dommages seront arbitrés par les tribunaux.

Art. 12. — Toutefois, en cas de graves inconvénients pour la salubrité publique, la culture, ou l'intérêt général, les fabriques et ateliers de première classe qui les causent pourront être supprimés, en vertu d'un décret rendu en notre Conseil d'État, après avoir entendu la police locale, pris l'avis des préfets, reçu la défense des manufacturiers ou fabricants.

Art. 13. — Les établissements maintenus par l'article 1er cesseront de jouir de cet avantage, dès qu'ils seront transférés dans un autre emplacement, ou qu'il y aura une interruption de six mois de leurs travaux. Dans l'un et l'autre cas, ils rentreront dans la catégorie des établissements à former, et ils ne pourront être remis en activité qu'après avoir obtenu, s'il y a lieu, une nouvelle permission.

Art. 14. — Nos ministres de l'intérieur et de la police générale sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des Lois.*

ORDONNANCE DU ROI

Contenant règlement sur les manufactures et ateliers insalubres, incommodes ou dangereux, du 14 janvier 1815.

Louis, etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État de l'Intérieur,

Vu le décret du 15 octobre 1810, qui divise en trois classes les établissements insalubres ou incommodes, dont la formation ne peut avoir lieu qu'en vertu d'une permission de l'autorité administrative;

Le tableau des établissements qui y est annexé;

L'état supplémentaire arrêté par notre ministre de l'Intérieur, le 22 novembre 1811;

Les demandes adressées par plusieurs préfets, à l'effet de savoir si les permissions nécessaires pour la formation des établissements compris dans la troisième classe seront délivrés par les sous-préfets ou par les maires;

Notre Conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Article 1er. — A compter de ce jour, la nomenclature jointe à la présente ordonnance servira seule de règle pour la formation des établissements répandant une odeur insalubre ou incommode.

Art. 2. — Le procès-verbal d'information de *commodo* et d'*incommodo*, exigé par l'article 7 du décret du 15 octobre 1810, pour la formation des établissements compris dans la seconde classe de la nomenclature, sera pareillement exigible, en outre de l'affiche de la demande, pour la formation de ceux compris dans la première classe.

Il n'est rien innové aux autres dispositions de ce décret.

Art. 3. — Les permissions nécessaires pour la formation des établissements compris dans la troisième classe seront délivrées, dans les départements, conformément aux articles 2 et 8 du décret du 15 octobre 1810, par les sous-préfets, après avoir pris préalablement l'avis des maires et de la police locale.

Art. 4. — Les attributions données aux préfets et aux sous-préfets par le décret du 15 octobre 1810, relativement à la formation des établissements répandant une odeur insalubre ou incommode, seront exercées par notre directeur général de la police dans toute l'étendue du département de la Seine, et dans les communes de Saint-Cloud, de Meudon et de Sèvres, du département de Seine-et-Oise.

Art. 5. — Les préfets sont autorisés à faire suspendre la formation ou l'exercice des établissements nouveaux qui, n'ayant pu être compris dans la nomenclature précitée, seraient cependant de nature à y être placés. Ils pourront accorder l'autorisation d'établissement pour tous ceux qu'ils jugeront devoir appartenir aux deux dernières classes de la nomenclature, en remplissant les formalités prescrites par le décret du 15 octobre 1810, sauf, dans les deux cas, à rendre compte à notre directeur général des manufactures et du commerce.

Art. 6. — Notre ministre secrétaire d'État de l'intérieur est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au *Bulletin des Lois*.

Pour l'exécution de ces décrets, il a été dressé une *Nomenclature des établissements insalubres, dangereux ou incommodes* (plus simplement : des *établissements classés*), dans laquelle les industries sont réparties dans chacune des trois classes prévues par les dispositions administratives. Il en résulte que :

1° *Toutes ces industries ont besoin d'une autorisation* pour s'ouvrir et fonctionner;

2° Celles de la *première classe* doivent *toujours* être éloignées des habitations. Elles ne sont autorisées que par le préfet, après *enquête* et *affichage* dans un rayon de 5 kilomètres;

3° Celles de la deuxième classe peuvent s'installer à proximité des habitations, sous réserve de précautions convenables. L'autorisation est donnée par le préfet, sur l'avis du sous-préfet, *après enquête* faite par le maire de la commune, sans affichage;

4° Celles de la troisième classe sont soumises aux mêmes conditions que les établissements de la seconde. L'autorisation peut être donnée par le sous-préfet, après *avis* du maire, sans affichage ni enquête.

Les préfets et sous-préfets ont l'habitude de consulter leur Conseil d'hygiène pour apprécier les situations particulières et formuler les conditions protectrices qu'il faudra imposer à chaque établissement. Ils ne sont pas tenus de suivre l'avis de ce Conseil.

Quelques établissements (*dépôts de dynamite, huiles et essences inflammables.* Voy. p. 1245) sont soumis à une *législation spéciale.* — Les droits des tiers sont nécessairement toujours réservés. — L'autorisation peut être *temporaire.*

La protection à laquelle on atteint au moyen de ces prévisions législatives est considérable, pourvu que les Conseils d'hygiène n'aient point trop d'indulgence pour l'industrie et que les préfets ne ménagent pas à l'excès les industriels, pour des raisons étrangères à l'hygiène. Il importe qu'on ne se laisse pas éblouir par la circulation de l'argent et, quand on a l'honneur d'être Conseil d'hygiène, d'être surtout sensible à la circulation de la santé. C'est pour n'avoir pas été suffisamment pénétrées de ces principes que les administrations se sont laissé déborder, sur tant de points, par l'industrie et que celle-ci empoisonne l'air, le sol, l'eau et l'homme lui-même, en protestant que son but suprême est de faire vivre les ouvriers. Sans entrer dans des considérations qui ne sont pas de notre ressort et simplement au nom de l'intégrité biologique des individus, de la fécondité des familles et du relèvement physique de la race, nous verrions avec satisfaction l'État *protéger* moins les diverses industries, les obliger à faire les frais de leur propre assainissement et laisser succomber sous l'effort de la libre concurrence un certain nombre d'entreprises peu viables qui ne font que ruiner les consommateurs.

NOMENCLATURE

DES

ÉTABLISSEMENTS INSALUBRES, DANGEREUX OU INCOMMODES

Annexée au décret du 3 mai 1886.

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Abattoirs publics (voir aussi *Tueries*)......................	Odeur et altération des eaux..	1re
Absinthe (voir *Distilleries*)................................		
Acide arsénique (fabrication de l') au moyen de l'acide arsénieux et de l'acide azotique :		
1° Quand les produits nitreux ne sont pas absorbés....	Vapeurs nuisibles............	1re
2° Quand ils sont absorbés............................	Id..........................	2e
Acide chlorhydrique (production de l') par décomposition des chlorures de magnésium, d'aluminium et autres.....		
1° Quand l'acide n'est pas condensé....................	Émanations nuisibles.........	1re
2° Quand l'acide est condensé..........................	Émanations accidentelles.....	2e
Acide fluorhydrique (fabrication de l')..................	Émanations nuisibles.........	2e
Acide lactique (fabrication d').........................	Odeur........................	2e
Acide muriatique (voir *Acide chlorhydrique*)............		
Acide nitrique (fabrication de l').......................	Émanations nuisibles.........	3e
Acide oxalique (fabrication de l') :		
1° Par l'acide nitrique................................		
a. Sans destruction des gaz nuisibles..............	Fumée........................	1re
b. Avec destruction des gaz nuisibles..............	Fumée accidentelle...........	3e
2° Par la sciure de bois et la potasse................	Fumée........................	2e
Acide picrique (fabrication de l') :		
1° Quand les gaz nuisibles ne sont pas brûlés.........	Vapeurs nuisibles............	1re
2° Avec destruction des gaz nuisibles.................	Id..........................	3e
Acide pyroligneux (fabrication de l') :		
1° Quand les produits gazeux ne sont pas brûlés......	Fumée et odeur...............	2e
2° Quand les produits gazeux sont brûlés.............	Id..........................	3e
Acide pyroligneux (purification de l')..................	Odeur........................	2e
Acide salicylique (fabrication de l') au moyen de l'acide phénique..	Id..........................	2e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Acide stéarique (fabrication de l') :		
1° Par distillation	Odeur et danger d'incendie	1re
2° Par saponification	Id	2e
Acide sulfurique (fabrication de l') :		
1° Par combustion du soufre et des pyrites	Émanations nuisibles	1re
2° De Nordhausen par décomposition du sulfate de fer.	Id	1re
Acide urique (voir *Murexide*).		
Acier (fabrication de l')	Fumée	3e
Affinage de l'or et de l'argent par les acides	Émanations nuisibles	1re
Affinage des métaux au fourneau (voir *Grillage des minerais*).		
Agglomérés ou *briquettes de houille* (fabrication des) :		
1° Au brai gras	Odeur et danger d'incendie	2e
2° Au brai sec	Odeur	3e
Albumine (fabrication de l') au moyen du sérum frais du sang	Id	3e
Alcali volatil (voir *Ammoniaque*).		
Alcool (rectification de l')	Danger d'incendie	2e
Alcools autres que de vin, sans travail de rectification	Altération des eaux	3e
Alcools (distillerie agricole d')	Id	3e
Aldéhyde (fabrication de l')	Danger d'incendie	1re
Alizarine artificielle (fabrication de l') au moyen de l'anthracène	Odeur et danger d'incendie	2e
Allumettes chimiques (dépôt d') :		
1° En quantités au-dessus de 25 mètres cubes	Danger d'incendie	2e
2° De 5 à 25 mètres cubes	Id	3e
Allumettes chimiques (fabrication des)	Danger d'explosion ou d'incendie	1re
Alun (voir *Sulfate de fer, d'alumine*, etc.).		
Amidon grillé (fabrication de l')	Odeur	3e
Amidonneries :		
1° Par fermentation	Odeur, émanations nuisibles et altération des eaux	1re
2° Par séparation du gluten et sans fermentation	Altération des eaux	2e
Ammoniaque (fabrication en grand de l') par la décomposition des sels ammoniacaux	Odeur	3e
Amorces fulminantes (fabrication des)	Danger d'explosion	1re
Amorces fulminantes pour pistolets d'enfants (fabrication d').	Id	2e
Aniline (voir *Nitrobenzine*).		
Arcansons ou *racines de pin* (voir *Résines*, etc.).		
Argenture des glaces avec application de vernis aux hydrocarbures	Odeur et danger d'incendie	2e
Argenture sur métaux (voir *Dorure* et *Argenture*).		
Arséniate de potasse (fabrication de l') au moyen du salpêtre :		
1° Quand les vapeurs ne sont pas absorbées	Émanations nuisibles	1re
2° Quand les vapeurs sont absorbées	Émanations accidentelles	2e
Artifices (fabrication des pièces d')	Danger d'incendie et d'explosion	1re
Asphaltes, bitumes, brais et *matières bitumineuses solides* (dépôts d')	Odeur, danger d'incendie	3
Asphaltes et *bitumes* (travail des) à feu nu	Id	2e
Ateliers de construction de machines et wagons (voir *Machines et wagons*).		
Bâches imperméables (fabrication des) :		
1° Avec cuisson des huiles	Danger d'incendie	1re
2° Sans cuisson des huiles	Id	2e
Bains et boues provenant du dérochage des métaux (traitement des) :		
1° Si les vapeurs ne sont pas condensées	Vapeurs nuisibles	1re
2° Si les vapeurs sont condensées	Vapeurs accidentelles	2e
Baleine (travail des fanons de) (voir *Fanons de baleine*).		
Baryte caustique par décomposition du nitrate (fabrication de la) :		
1° Si les vapeurs ne sont ni condensées ni détruites	Vapeurs nuisibles	1re
2° Si les vapeurs sont condensées ou détruites	Vapeurs accidentelles	2e
Baryte (décoloration du sulfate de) au moyen de l'acide chlorhydrique à vases ouverts	Émanations nuisibles	2e
Battage, cardage et épuration des laines, crins et plumes de literie	Odeur et poussière	3e
Battage des cuirs à l'aide de marteaux	Bruit et ébranlement	3e
Battage des tapis en grand	Bruit et poussière	2e
Battage et lavage (ateliers spéciaux pour le) des fils de laine, bourres et déchets de filature de laine et de soie dans les villes	Id	3e
Batteurs d'or et d'argent	Bruit	3e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Battoir à écorces dans les villes	Bruit et poussière	3e
Benzine (fabrication et dépôts de) (voir *Huiles de pétrole, de schiste*, etc.).		
Benzine (dérivés de la) (voir *Nitrobenzine*).		
Betteraves (dépôts de pulpes de) humides destinées à la vente	Odeur, émanations	3e
Bitumes (fabrication et dépôts de) (voir *Asphaltes*).		
Blanc de plomb (voir *Céruse*).		
Blanc de zinc (fabrication de) par la combustion du métal.	Fumées métalliques	3e
Blanchiment :		
1° Des fils, des toiles de la pâte à papier par le chlore.	Odeur, émanations nuisibles	2e
2° Des fils et tissus de lin, de chanvre et de coton par les chlorures (hypochlorites) alcalins	Odeur, altération des eaux	3e
3° Des fils et tissus de laine et de soie par l'acide sulfureux	Émanations nuisibles	2e
Blanchiments des fils et tissus de laine et de soie par l'acide sulfureux en dissolution dans l'eau	Émanations accidentelles	3e
Bleu de Prusse (fabrication du) (voir *Cyanure de potassium*).		
Bleu d'outremer (fabrication de) :		
1° Lorsque les gaz ne sont pas condensés	Émanations nuisibles	1re
2° Lorsque les gaz sont condensés	Émanations accidentelles	2e
Bocards à minerais ou à crasses	Bruit	3e
Boues et immondices (dépôts de) et voiries	Odeur	1re
Bougies de paraffine et autres d'origine minérale (moulage des)	Odeur, danger d'incendie	3e
Bougies et autres objets en cire et en acide stéarique	Danger d'incendie	3e
Bouillon de bière (distillation de) (voir *Distilleries*).		
Boules au glucose caramélisé pour usage culinaire (fabrication de)	Odeur	3e
Bourre (voir *Battage et lavage des fils de laine, Bourres*, etc.).		
Boutonniers et autres emboutisseurs de métaux par moyens mécaniques	Bruit	3e
Boyauderies (travail des boyaux frais pour tous usages)	Odeur, émanations nuisibles	1re
Boyaux et pieds d'animaux abattus (dépôts de) (voir *Chairs, Débris*, etc.).		
Boyaux salés destinés au commerce de la charcuterie (dépôts de)	Odeur	2e
Brasseries	Id	3e
Briqueteries avec fours non fumivores	Fumée	3e
Briqueteries flamandes	Id	2e
Briquettes ou *agglomérés de houille* (voir *Agglomérés*).		
Brûlerie de galons et tissus d'or ou d'argent (voir *Galons*).		
Buanderies	Altération des eaux	3e
Café (torréfaction en grand du)	Odeur et fumée	3e
Caillettes et Caillons pour la confection des fromages (voir *Chairs, Débris*, etc.).		
Cailloux (fours pour la calcination des)	Fumée	3e
Calorigène (dépôts de) et mélanges de ce genre	Danger d'incendie	2e
Carbonisation des matières animales en général	Odeur	1re
Carbonisation du bois :		
1° A l'air libre dans des établissements permanents et autre part qu'en forêt	Odeur et fumée	2e
2° En vases clos. Avec dégagement dans l'air des produits gazeux de la distillation	Id	2e
2° En vases clos. Avec combustion des produits gazeux de la distillation	Id	3e
Caoutchouc (application des enduits du)	Danger d'incendie	2e
Caoutchouc (travail du) avec emploi d'huiles essentielles ou de sulfure de carbone	Odeur, danger d'incendie	2e
Cardage des laines, etc. (voir *Battage*).		
Cartonniers	Odeur	3e
Celluloïd et produits nitrés analogues, bruts ou travaillés (dépôts et magasins de vente en gros de)	Danger d'incendie	3e
Celluloïd et produits nitrés analogues.. (ateliers de façonnage de)	Id	2e
Celluloïd et produits nitrés analogues.. (fabrication de)	Vapeurs nuisibles, danger d'incendie	1re
Cendres d'orfèvre (traitement des) par le plomb	Fumées métalliques	3e
Cendres gravelées :		
1° Avec dégagement de la fumée au dehors	Fumée et odeur	1re
2° Avec combustion ou condensation des fumées	Id	2e
Céruse ou *blanc de plomb* (fabrication de la)	Émanations nuisibles	3e
Chairs, débris et issues (dépôts de) provenant de l'abatage des animaux	Odeur	1re
Chamoiseries	Id	2e
Chandelles (fabrication des)	Odeur, danger d'incendie	3e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Chantiers de bois à brûler dans les villes	Emanations nuisibles, danger d'incendie	3e
Chanvre (teillage et rouissage du) en grand (voir *Teillage* ou *Rouissage*).		
Chanvre imperméable (voir *Feutre goudronné*).		
Chapeaux de feutre (fabrication de)	Odeur et poussière	3e
Chapeaux de soie ou autres préparés au moyen d'un vernis (fabrication de)	Danger d'incendie	2e
Charbon animal (fabrication ou revivification du) (voir *Carbonisation des matières animales*).		
Charbon de bois dans les villes (dépôts ou magasins de)	Id	3e
Charbons agglomérés (voir *Agglomérés*).		
Charbons de terre (voir *Houille* et *Coke*).		
Chaudronnerie et serrurerie (ateliers de) employant des marteaux à la main, dans les villes et centres de population de 2,000 âmes et au-dessus :		
1° Ayant de 4 à 10 étaux ou enclumes ou de 8 à 20 ouvriers	Bruit	3e
2° Ayant plus de 10 étaux ou enclumes ou plus de 20 ouvriers	Id	2e
Chaudronneries (voir *Forges* et *Chaudronneries*).		
Chaux (fours à) :		
1° Permanents	Fumée, poussière	2e
2° Ne travaillant pas plus d'un mois par an	Id	3e
Chicorée (torréfaction en grand de la)	Odeur et fumée	3e
Chiens (infirmerie de)	Odeur et bruit	1re
Chiffons (dépôts de)	Odeur	3e
Chiffons (traitement des) par la vapeur de l'acide chlorhydrique :		
1° Quand l'acide n'est pas condensé	Emanations nuisibles	1re
2° Quand l'acide est condensé	Emanations accidentelles	3e
Chlore (fabrication du)	Odeur	2e
Chlorure de chaux (fabrication du) :		
1° En grand	Id	2e
2° Dans les ateliers fabriquant au plus 300 kilogrammes par jour	Id	3e
Chlorures alcalins, eau de javelle (fabrication des)	Id	2e
Chlorures de soufre (fabrication des)	Vapeurs nuisibles	1re
Choucroute (ateliers et fabrication de la)	Odeur	3e
Chromate de potasse (fabrication du)	Id	3e
Chrysalides (ateliers pour l'extraction des parties soyeuses des)	Id	1re
Ciment (fours à) :		
1° Permanents	Fumée, poussière	2e
2° Ne travaillant pas plus d'un mois par an	Id	3e
Cire à cacheter (fabrication de la)	Danger d'incendie	3e
Cochenille ammoniacale (fabrication de la)	Odeur	3e
Cocons :		
1° Traitement des frisons de cocons	Altération des eaux	2e
2° Filature de cocons (voir *Filature*)		
Coke (fabrication du) :		
1° En plein air ou en fours non fumivores	Fumée et poussière	1re
2° En fours fumivores	Poussière	2e
Colle forte (fabrication de la)	Odeur, altération des eaux	1re
Collodion (fabrication du)	Danger d'explosion ou d'incendie	1re
Combustion des plantes marines dans les établissements permanents	Odeur et fumée	1re
Construction (ateliers de) (voir *Machines et wagons*).		
Cordes à instruments en boyaux (fabrication de) (voir *Boyauderies*).		
Cornes et sabots (aplatissement des) :		
1° Avec macération	Odeur et altération des eaux	2e
2° Sans macération	Odeur	3e
Corroieries	Id	2e
Coton et *coton gras* (blanchisserie des déchets de)	Altération des eaux	3e
Crayons de graphite pour éclairage électrique (fabrication des)	Bruit et fumée	2e
Cretons (fabrication de)	Odeur et danger d'incendie	1re
Crins (teinture des) (voir *Teintureries*).		
Crins et *soies de porc* (voir *Soies de porc*).		
Cristaux (fabrication de) (voir *Verreries*, etc.).		
Cuirs (battage des) (voir *Battage*).		
Cuirs vernis (fabrication de)	Id	1re
Cuirs verts et *peaux fraîches* (dépôts de)	Odeur	2e
Cuivre (dérochage du) par les acides	Odeur, émanations nuisibles	3e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Cuivre (fonte du) (voir *Fonderie de cuivre*, etc.).		
Cyanure de potassium et *bleu de Prusse* (fabrication de) :		
1° Par la calcination directe des matières animales avec la potasse	Odeur	1re
2° Par l'emploi de matières préalablement carbonisées en vases clos	Id	2e
Cyanure rouge de potassium ou *prussiate rouge de potasse*.	Emanations nuisibles	3e
Débris d'animaux (dépôts de) (voir *Chairs*, etc.).		
Déchets de laine (dégraissage des) (voir *Peaux*, *Etoffes*, etc.).		
Déchets de matières filamenteuses (dépôts de) en grand dans les villes	Danger d'incendie	3e
Déchets des filatures de lin, de chanvre et de jute (lavage et séchage en grand des)	Odeur, altération des eaux	2e
Dégras ou huile épaisse à l'usage des chamoiseurs et corroyeurs (fabrication de)	Odeur, danger d'incendie	1re
Dérochage du cuivre (voir *Cuivre*).		
Distilleries en général, eau-de-vie, genièvre, kirsch, absinthe et autres liqueurs alcooliques	Danger d'incendie	3e
Dorure et argenture sur métaux	Emanations nuisibles	3e
Dynamite (fabriques et dépôts). (Régime spécial. Loi du 8 mars 1875 et decrets des 24 août 1875 et 28 oct. 1882).		
Eau de javelle (fabrication d') (voir *Chlorures alcalins*).		
Eau-de-vie (voir *Distilleries*).		
Eau-forte (voir *Acide nitrique*).		
Eaux grasses (extraction, pour la fabrication du savon et autres usages, des huiles contenues dans les) :		
1° En vases ouverts	Odeur, danger d'incendie	1re
2° En vases clos	Id	2e
Eau oxygénée (fabrique d') (voir *Baryte caustique*).		
Eaux savonneuses des fabriques (voir *Huiles extraites des debris d'animaux*).		
Echaudoirs :		
1° Pour la préparation industrielle des débris d'animaux.	Odeur	1re
2° Pour la préparation des parties d'animaux propres à l'alimentation	Id	3e
Ecorces (battoir à) (voir *Battoir*).		
Email (application de l') sur les métaux	Fumée	3
Emaux (fabrication d') avec fours non fumivores	Id.	3e
Encres d'imprimerie (fabrication des) :		
1° Avec cuisson d'huile à feu nu	Odeur et danger d'incendie	1re
2° Sans cuisson d'huile à feu nu	Id	2e
Engrais (dépôts d') au moyen des matières provenant de vidanges ou de débris d'animaux :		
1° Non préparés ou en magasin non couvert	Odeur	1re
2° Desséchés ou désinfectés et en magasin couvert, quand la quantité excède 25,000 kilogrammes	Id	2e
3° Les mêmes, quand la quantité est inférieure à 25,000 kilogrammes	Id	3e
Engrais (fabrication des) au moyen des matières animales.	Id	1re
Engraissement des volailles dans les villes (établissement pour l')	Id	3e
Epaillage des laines et draps (par la voie humide)	Danger d'incendie	3e
Eponges (lavage et séchage des)	Odeur et altération des eaux	3e
Epuration des laines, etc. (voir *Battage*).		
Equarrissage des animaux (ateliers d')	Odeur, émanations nuisibles	1re
Etamage des glaces (ateliers d')	Emanations nuisibles	3e
Ether (dépôts d') :		
1° Si la quantité emmagasinée est, même temporairement, de 1,000 litres ou plus	Danger d'incendie et d'explosion	1re
2° Si la quantité, supérieure à 100 litres, n'atteint pas 1,000 litres	Id	2e
Ether (fabrication de l')	Id	1re
Etoffes (dégraissage des) (voir *Peaux*, *Etoffes*, etc.).		
Etoupes (transformation en) des cordages hors de service, goudronnés ou non	Danger d'incendie	3e
Etoupilles (fabrication d') avec matières explosives	Danger d'explosion et d'incendie	1re
Faïence (fabrique de) :		
1° Avec fours non fumivores	Fumée	2e
2° Avec fours fumivores	Fumée accidentelle	3e
Fanons de baleines (travail des)	Emanations incommodes	3e
Féculeries	Odeur, altération des eaux	3e
Fer (dérochage du)	Vapeurs nuisibles	3e
Fer (gavanisation du)	Id	3e
Fer-blanc (fabrication du)	Fumée	3e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Feutre goudronné (fabrication du)	Odeur, danger d'incendie	2e
Feutres et *visières vernis* (fabrication de)	Id	1re
Filature de cocons (ateliers dans lesquels la) s'opère en grand, c'est-à-dire employant au moins 6 tours	Odeur, altération des eaux	3e
Fonderie de cuivre, laiton et bronze	Fumées métalliques	3e
Fonderies en deuxième fusion	Fumée	3e
Fonte et laminage du plomb, du zinc et du cuivre	Bruit, fumée	3e
Forges et chaudronneries de grosses œuvres employant des marteaux mécaniques	Fumée, bruit	2e
Formes en tôle pour raffinerie (voir *Tôles vernies*).		
Fourneaux (hauts-)	Fumée et poussière	2e
Fours à plâtre et fours à chaux (voir *Plâtre, Chaux*).		
Fromages (dépôts de) dans les villes	Odeur	3e
Fulminate de mercure (fabrication du). (Régime spécial. Ordonnance du 30 octobre 1836)	Danger d'explosion et d'incendie	1re
Galipots ou *résines de pin* (voir *Résines*).		
Galons et *tissus* d'or et d'argent (brûlerie en grand des) dans les villes	Odeur	2e
Gaz (goudrons des usines à) (voir *Goudrons*).		
Gaz d'éclairage et de chauffage (fabrication du) :		
1° Pour l'usage public. (Régime spécial. Décret du 9 février 1867)	Odeur, danger d'incendie	2e
2° Pour l'usage particulier	Id	3e
Gazomètres pour l'usage particulier, non attenant aux usines de fabrication	Id	3e
Gélatine alimentaire et gélatines provenant de peaux blanches et de peaux fraîches non tannées (fabrication de)	Odeur	3e
Générateurs à vapeur. (Régime spécial. Décret du 30 avril 1880).		
Genièvre (voir *Distilleries*).		
Glace (voir *Réfrigération*).		
Glaces (étamage des) (voir *Etamage*).		
Glycérine (distillation de la)	Id	3e
Glycérine (extraction de la) des eaux de savonnerie ou de stéarinerie	Id	2e
Goudrons et brais végétaux d'origines diverses (élaboration des)	Odeur, danger d'incendie	1re
Goudrons et matières bitumineuses fluides (dépôts de)	Id	2e
Goudrons (traitement des) dans les usines à gaz ou ils se produisent	Id	2e
Goudrons (usines spéciales pour l'élaboration des) d'origines diverses	Id	1re
Graisses à feu nu (fonte des)	Id	1re
Graisses de cuisine (traitement des)	Odeur	1re
Graisses et suifs (refonte des)	Id	3e
Graisses pour voitures (fabrication des)	Odeur, danger d'incendie	1re
Gravure chimique sur verre, avec application de vernis aux hydrocarbures	Id	2e
Grillage des minerais sulfureux	Fumée, émanations nuisibles	1re
Guano (dépôts de) :		
1° Quand l'approvisionnement excède 25,000 kilogr.	Odeur	1re
2° Pour la vente au détail	Id	3e
Harengs (Saurage des)	Id	3e
Hongroieries	Id	3e
Houille (agglomérés de) (voir *Agglomérés*).		
Huile de Bergues (fabrique d') (voir *Dégras*).		
Huile de pieds de bœuf (fabrication d') :		
1° Avec emploi de matières en putréfaction	Id	1re
2° Quand les matières employées ne sont pas putréfiées.	Id	2e
Huile épaisse ou dégras (voir *Dégras*).		
Huileries ou moulins à huile	Odeur, danger d'incendie	3e
Huiles de pétrole, de schiste et de goudron, essences et autres hydrocarbures employés pour l'éclairage et le chauffage, la fabrication des couleurs et vernis, le dégraissage des étoffes et autres usages (fabrication, distillation, travail en grand et dépôts d'). Régime spécial. Décrets des 19 mai 1873, 12 juillet 1884 et 20 mars 1885.		
Huiles de poisson (fabrique d')	Id	1re
Huiles de résine (fabrication d')	Id	1re
Huiles de ressence (fabrication d')	Odeur, altération des eaux	2e
Huiles (épuration des)	Odeur, danger d'incendie	3e
Huiles essentielles ou essences de térébenthine, d'aspic et autres (voir *Huiles de pétrole, de schiste*, etc.).		
Huiles et autres corps gras extraits des débris des matières animales (extraction des)	Id	1re

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Huiles extraites des schistes bitumineux (voir *Huiles de pétrole, de schiste*, etc.).		
Huiles lourdes créosotées (injection des bois à l'aide des) :		
Ateliers opérant en grand et d'une manière permanente.	Odeur, danger d'incendie....	2e
Huiles (mélange à chaud ou cuisson des) :		
1° En vases ouverts....................................	Id......................	1re
2° En vases clos......................................	Id......................	2e
Huiles oxydées par exposition à l'air (fabrication et emploi d') :		
1° Avec cuisson préalable..............................	Id......................	1re
2° Sans cuisson..	Id......................	2e
Huiles rousses (fabrication d') par extraction des cretons et débris de graisse à haute température..................	Id......................	1re
Impressions sur étoffes (voir *Toiles peintes*).		
Jute (teillage du) (voir *Teillage*).		
Kirsch (voir *Distilleries*).		
Laine (voir *Battage et lavage des fils de laine*, etc.).		
Laiteries en grand dans les villes........................	Odeur......................	2e
Lard (ateliers à enfumer le).............................	Odeur et fumée..............	3e
Lavage des cocons (voir *Cocons*).		
Lavage et *séchage* des éponges (voir *Eponges*).		
Lavoirs à houille...	Altération des eaux..........	3e
Lavoirs à laine...	Id......................	3e
Lavoirs à minerais en communication avec des cours d'eau.	Id......................	3e
Lessives alcalines des papeteries (incinération des)........	Fumée, odeur et émanations nuisibles..................	2e
Lies de vin (incinération des) :		
1° Avec dégagement de la fumée au dehors...........	Odeur......................	1re
2° Avec combustion ou condensation des fumées......	Id......................	2e
Lies de vin (séchage des)................................	Id......................	2e
Lignites (incinération des)...............................	Fumée, émanations nuisibles.	1re
Lin (rouissage du) (voir *Rouissage*).		
Lin (teillage en grand du) (voir *Teillage*).		
Liquides pour l'éclairage (dépôts de) au moyen de l'alcool et des huiles essentielles..................................	Danger d'incendie et d'explosion......................	2e
Liqueurs alcooliques (voir *Distilleries*).		
Litharge (fabrication de la)..............................	Poussière nuisible...........	3e
Machines et *wagons* (ateliers de construction de)..........	Bruit, fumée................	2e
Machines à vapeur (voir *Générateurs*).		
Malteries..	Altération des eaux..........	3e
Marcs ou charrées de soude (exploitation des), en vue d'en extraire le soufre, soit libre, soit combiné..............	Odeur, émanations nuisibles..	1re
Maroquineries..	Odeur......................	3e
Massicot (fabrication du)................................	Emanations nuisibles.........	3e
Matières colorantes (fabrication des) au moyen de l'aniline et de la nitrobenzine....................................	Odeur, émanations nuisibles..	3e
Mèches de sûreté pour mineurs (fabrication des) :		
1° Quand la quantité manipulée ou conservée dépasse 100 kilogrammes de poudre ordinaire...................	Danger d'incendie ou d'explosion......................	1re
2° Quand la quantité manipulée ou conservée est inférieure à 100 kilogrammes de poudre ordinaire...........	Id......................	2e
Mégisseries..	Odeur......................	3e
Ménageries...	Danger des animaux.........	1re
Métaux (ateliers de) pour construction de machines et appareils (voir *Machines*).		
Minium (fabrication du)..................................	Emanations nuisibles.........	3e
Miroirs métalliques (fabrique de) et autres ateliers employant des moutons.		
1° Où on emploie des marteaux ne pesant pas plus de 25 kilogrammes et n'ayant que 1 mètre au plus de longueur de chute..	Bruit et ébranlement.........	3e
2° Où on emploie des marteaux ne pesant pas plus de 25 kilogrammes et ayant plus de 1 mètre de longueur de chute..	Id......................	2e
3° Où on emploie des marteaux d'un poids supérieur à 25 kilogrammes, quelle que soit la longueur de chute...	Id......................	2e
Morues (sécheries des)..................................	Odeur......................	2e
Moulin à broyer le plâtre, la chaux, les cailloux et les pouzzolanes..	Poussière..................	3e
Moulins à huile (voir *Huileries*).		
Moutons (ateliers employant des) (voir *Miroirs métalliques*).		
Murexide (fabrication de la) en vases clos par la réaction de l'acide azotique et de l'acide urique du guano.........	Emanations nuisibles.........	2e
Nitrate de méthyle (fabrique de).........................	Danger d'explosion..........	1re

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Nitrates métalliques obtenus par l'action directe des acides (fabrication des) :		
1° Si les vapeurs ne sont pas condensées.............	Vapeurs nuisibles............	1re
2° Si les vapeurs sont condensées.....................	Vapeurs accidentelles........	2e
Nitro-benzine, aniline et matières dérivant de la benzine (fabrication de)...	Odeur. émanations nuisibles et danger d'incendie..........	2e
Noir de fumée (fabrication de) par la distillerie de houille, des goudrons, bitumes, etc..........................	Fumée, odeur................	2e
Noir des raffineries et des sucreries (revivification du)....	Émanations nuisibles, odeur..	2e
Noir d'ivoire et *noir animal* (distillation des os ou fabrication du) :		
1° Lorsqu'on n'y brûle pas les gaz....................	Odeur......................	1re
2° Lorsque les gaz sont brûlés........................	Id.........................	2e
Noir minéral (fabrication de) par le broyage des résidus de la distillation des schistes bitumineux	Odeur et poussière...........	3e
Oignons (dessiccation des) dans les villes..................	Odeur.......................	2e
Olives (confiserie des)......................................	Altération des eaux..........	3e
Olives (tourteaux d') (voir *Tourteaux*).		
Orseille (fabrication de l') :		
1° En vases ouverts..................................	Odeur.......................	1re
2° A vases clos et employant de l'ammoniaque à l'exclusion de l'urine..	Id.........................	3e
Os (torréfaction des) pour engrais :		
1° Lorsque les gaz ne sont pas brûlés.................	Odeur et danger d'incendie...	1re
2° Lorsque les gaz sont brûlés........................	Id.........................	2e
Os d'animaux (calcination des) (voir *Carbonisation des matières animales*).		
Os frais (dépôts d') en grand...............................	Odeur, émanations nuisibles..	1re
Os secs (dépôts d') en grand................................	Odeur.......................	3e
Ouates (fabrication des).....................................	Poussière et danger d'incendie.	3e
Papier (fabrication du).....................................	Danger d'incendie...........	3e
Parchemineries...	Odeur.......................	3e
Pâte à papier (préparation de la) au moyen de la paille et autres matières combustibles............................	Altération des eaux..........	2e
Peaux de lièvre et de lapin (voir *Secrétage*).		
Peaux de moutons (séchage des)..............................	Odeur.......................	3e
Peaux, étoffes et déchets de laine (dégraissage des) par les huiles de pétrole et autres hydrocarbures...............	Odeur et danger d'incendie...	1re
Peaux fraîches (voir *Cuirs verts*).		
Peaux (lustrage et apprêtage des)...........................	Odeur et poussière...........	3e
Peaux (planage et séchage des)...............................	Odeur.......................	2e
Peaux salées non séchées (dépôts de)........................	Id.........................	3e
Peaux sèches (dépôts de), conservées à l'aide de produits odorants..	Id.........................	3e
Perchlorure de fer par dissolution de peroxyde de fer (fabrication de)..	Émanations nuisibles........	3e
Pétrole (voir *Huiles de pétrole*, etc.).		
Phosphate de chaux (ateliers pour l'extraction et le lavage du)..	Altération des eaux..........	3e
Phosphore (fabrication du)...................................	Danger d'incendie...........	1re
Pilerie mécanique des drogues...............................	Bruit et poussière...........	3e
Pipes à fumer (fabrication des) :		
1° Avec fours non fumivores..........................	Fumée.......................	2e
2° Avec fours fumivores..............................	Fumée accidentelle...........	3e
Plantes marines (voir *Combustion des plantes marines*).		
Platine (fabrication du).....................................	Émanations nuisibles.........	2e
Plâtre (fours à) :		
1° Permanents..	Fumée et poussière..........	2e
2° Ne travaillant pas plus d'un mois.................	Id.........................	3e
Plomb (fonte et laminage du) (voir *Fonte*).		
Poêliers fournalistes, poêles et fourneaux en faïence et terre cuite (voir *Faïence*).		
Poils de lièvre et de lapin (voir *Secrétage*).		
Poissons salés (dépôts de)..................................	Odeur incommode............	2e
Porcelaine (fabrication de la) :		
1° Avec fours non fumivores..........................	Fumée.......................	2e
2° Avec fours fumivores..............................	Fumée accidentelle..........	3e
Porcheries comprenant plus de six animaux adultes :		
1° Lorsqu'elles ne sont point l'accessoire d'un établissement agricole...	Odeur, bruit................	2e
2° Lorsque, dépendant d'un établissement agricole, elles sont situées dans les agglomérations urbaines de 5,000 âmes et au-dessus...	Id.........................	2e
Potasse (fabrication de la) par calcination des résidus de mélasse...	Fumée et odeur..............	2e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Poteries de terre (fabrication de) avec fours non fumivores.	Fumée	3e
Poudres et *matières fulminantes* (fabrication de) (voir aussi *Fulminate de mercure*)	Danger d'explosion et d'incendie	1re
Poudrette (dépôts de) (voir *Engrais*).		
Poudrette (fabrication de) et autres engrais au moyen de matières animales	Odeur et altération des eaux	1re
Pouzzolane artificielle (fours à)	Fumée	3e
Protochlorure d'étain ou *sel d'étain* (fabrication du)	Émanations nuisibles	2e
Prussiate de potasse (voir *Cyanure de potassium*).		
Pulpes de betteraves (voir *Betteraves*).		
Pulpes de pommes de terre (voir *Féculeries*).		
Raffineries et *fabriques de sucre*	Fumée, odeur	2e
Réfrigération (appareils de) :		
1° Par l'acide sulfureux	Émanations nuisibles	2e
2° Par l'ammoniaque	Odeur	3e
3° Par l'éther ou autres liquides volatils et combustibles.	Danger d'explosion et d'incendie	3e
Résines, galipots et arcansons (travail en grand pour la fonte et l'épuration des)	Odeur, dangers d'incendie	1re
Rogues (dépôts de salaisons liquides connues sous le nom de)	Odeur	2e
Rouge de Prusse et d'Angleterre	Émanations nuisibles	1re
Rouissage en grand du chanvre et du lin	Émanations nuisibles et altération des eaux	1re
Rouissage en grand du chanvre et du lin par l'action des acides, de l'eau chaude et de la vapeur	Id	2e
Sabots (ateliers à enfumer les) par la combustion de la corne ou d'autres matières animales dans les villes	Odeur et fumée	1re
Salaison et *préparation des viandes*	Odeur	3e
Salaisons (ateliers pour les) et le saurage des poissons	Id	2e
Salaisons (dépôts de) dans les villes	Id	2e
Sang :		
1° Ateliers pour la séparation de la fibrine, de l'albumine, etc	Id	1re
2° (Dépôts de) pour la fabrication du bleu de Prusse et autres industries	Odeur	1re
3° (Fabrique de poudre de) pour la clarification des vins.	Id	1re
Sardines (fabrique de conserves de) dans les villes	Id	2e
Saucissons (fabrication en grand de)	Id	2e
Saurage des harengs (voir *Hareng*).		
Savonneries	Id	3e
Schistes bitumineux (voir *Huiles de pétrole, de schistes*, etc.).		
Scieries mécaniques et établissements où l'on travaille le bois à l'aide de machines à vapeur ou à feu	Danger d'incendie	3e
Séchage des éponges (voir *Éponges*).		
Sécheries des morues (voir *Morue*).		
Secrétage des peaux ou poils de lièvre et de lapin	Odeur	2e
Sel ammoniac et *sulfate d'ammoniaque* (fabrication des) par l'emploi des matières animales :		
1° Comme établissement principal	Odeur, émanations nuisibles	1re
2° Comme annexe d'un dépôt d'engrais provenant de vidanges ou de débris d'animaux précédemment autorisé.	Id	2e
Sel ammoniac et *sulfate d'ammoniaque* extraits des eaux d'épuration du gaz (fabrique spéciale de)	Odeur	2e
Sel de soude (fabrication du) avec le sulfate de soude	Fumée, émanations nuisibles	3e
Sel d'étain (voir *Protochlorure d'étain*).		
Serrurerie (ateliers de) (voir *Chaudronnerie et serrurerie*).		
Sinapismes (fabrique des) à l'aide des hydrocarbures :		
1° Sans distillation	Odeur	2e
2° Avec distillation	Odeur et danger d'incendie	1re
Sirops de fécule et *glucose* (fabrication des)	Odeur	3e
Soies (voir *Filature des cocons*).		
Soies de porcs (préparation des) :		
1° Par fermentation	Id	1re
2° Sans fermentation	Odeur et poussière	3e
Soude (voir *Sulfate de soude*).		
Soudes brutes (dépôts de résidus provenant du lessivage des).	Odeur, émanations nuisibles	1re
Soudes brutes de varech (fabrication des) dans les établissements permanents	Odeur et fumée	1re
Soufre (fusion ou distillation du)	Émanations nuisibles, danger d'incendie	2e
Soufre (lustrage au) des imitations de chapeaux de paille.	Poussière nuisible	3e
Soufre (pulvérisation et blutage du)	Poussière, danger d'incendie.	3e
Soufre (voir *Raffineries et fabrique de sucre*).		
Suif brun (fabrication du)	Odeur, danger d'incendie	1re

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Suif en branches (fonderies de) :		
1° A feu nu	Odeur, danger d'incendie	1re
2° Au bain-marie ou à la vapeur	Odeur	2e
Suif d'os (fabrication du)	Odeur, altération des eaux, danger d'incendie	1re
Sulfate de baryte (décoloration du) (voir *Baryte*).		
Sulfate de cuivre (fabrication du) au moyen du grillage des pyrites	Emanations nuisibles et fumée.	1re
Sulfate de fer, d'alumine et *alun* (fabrication du) par le lavage des terres pyriteuses et alumineuses grillées	Fumée et altération des eaux.	3e
Sulfate de mercure (fabrication du) :		
1° Quand les vapeurs ne sont pas absorbées	Emanations nuisibles	1re
2° Quand les vapeurs sont absorbées	Emanations moindres	2e
Sulfate de peroxyde de fer (fabrication du) par le sulfate de protoxyde de fer et l'acide nitrique (nitro-sulfate de fer).	Emanations nuisibles	2e
Sulfate de protoxyde de fer ou couperose verte par l'action de l'acide sulfurique sur la ferraille (fabrication en grand du)	Fumée, émanations nuisibles	3e
Sulfate de soude (fabrication du) par la décomposition du sel marin par l'acide sulfurique :		
1° Sans condensation de l'acide chlorhydrique	Emanations nuisibles	1re
2° Avec condensation complète de l'acide chlorhydrique.	Id	2e
Sulfure d'arsenic (fabrication du), à la condition que les vapeurs seront condensées	Odeur, émanations nuisibles	2e
Sulfure de carbone (dépôts de). (Suivent le régime des huiles de pétrole).		
Sulfure de carbone (fabrication du)	Odeur, danger d'incendie	1re
Sulfure de carbone (manufactures dans lesquelles on emploie en grand le)	Danger d'incendie	1re
Sulfure de sodium (fabrication du)	Odeur	2e
Sulfures métalliques (voir *Grillage des minerais sulfureux*).		
Superphosphate de chaux et de potasse (fabrication du)	Emanations nuisibles	2e
Tabac (incinération des côtes de)	Odeur et fumée	1re
Tabacs (manufactures de)	Odeur et poussière	2e
Tabatières en carton (fabrication des)	Odeur et danger d'incendie	3e
Taffetas et *toiles vernis ou cirés* (fabrication de)	Id	1re
Tan (moulins à)	Bruit et poussière	3e
Tannée humide (incinération de la)	Fumée, odeur	2e
Tanneries	Odeur	2e
Tapis (battage en grand des) (voir *Battage*).		
Teillage du lin, du chanvre et du jute en grand	Poussière et bruit	2e
Teintureries	Odeur et altération des eaux	3e
Teintureries de peaux	Odeur	3e
Térébenthine (distillation et travail en grand de la) (voir *Huile de pétrole, de schiste,* etc.).		
Terres émaillées (fabrication de) :		
1° Avec fours non fumivores	Fumée	2e
2° Avec fours fumivores	Fumée accidentelle	3e
Terres pyriteuses et alumineuses (grillage des)	Fumée, émanations nuisibles.	1re
Tissus d'or et d'argent (brûlerie en grand des) (voir *Galons*).		
Toiles (blanchiment des) (voir *Blanchiment*).		
Toiles cirées (voir *Taffetas et toiles vernis*).		
Toiles grasses pour emballage, tissus, cordes goudronnées, papiers goudronnés, cartons et tuyaux bitumés (fabrique de) :		
1° Travail à chaud	Odeur, danger d'incendie	2e
2° Travail à froid	Id	3e
Toiles peintes (fabrique de)	Odeur	3e
Toiles vernies (fabrique de) (voir *Taffetas et toiles vernies*).		
Tôles et *métaux vernis*	Odeur, danger d'incendie	3e
Tonnelleries en grand opérant sur des fûts imprégnés de matières grasses et putrescibles	Bruit, odeur et fumée	2e
Torches résineuses (fabrication de)	Odeur et danger du feu	2e
Tourbe (carbonisation de la) :		
1° A vases ouverts	Odeur et fumée	1re
2° A vases clos	Odeur	2e
Tourteaux d'olives (traitement des) par le sulfure de carbone	Danger d'incendie	1re
Tréfileries	Bruit et fumée	3e
Triperies annexes des abattoirs	Odeur et altération des eaux	1re
Tueries d'animaux (voir aussi *Abattoirs publics*)	Danger des animaux et odeur.	2e
Tuileries avec fours non fumivores	Fumée	3e
Tuiles métalliques (trempage au goudron des)	Emanations nuisibles, danger d'incendie	2e
Tuyaux de drainage (fabrique de)	Fumée	3e
Urate (fabrique d') (voir *Engrais* [*Fabrication des*].)		

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Vacheries dans les villes de plus de 5,000 habitants.......	Odeur et écoulement des urines	3e
Varech (voir *Soudes de varech*).		
Verdet ou *vert-de gris* (fabrication du) au moyen de l'acide pyroligneux..................................	Odeur..................	3e
Vernis à l'esprit-de-vin (fabrique de)....................	Odeur et danger d'incendie...	2e
Vernis (ateliers ou l'on applique le) sur les cuirs, feutres, taffetas, toiles, chapeaux (voir ces mots).		
Vernis gras (fabrique de).................................	Id......................	1re
Vernis (voir *Argenture des glaces*).		
Verreries, cristalleries et *manufactures de glaces :*		
1° Avec fours non fumivores..........................	Fumée et danger d'incendie..	2e
2° Avec fours fumivores..............................	Danger d'incendie...........	3e
Vessies nettoyées et débarrassées de toute substance membraneuse (atelier pour le gonflement et le séchage des)..	Odeur......................	2e
Viandes (salaisons des) (voir *Salaisons*).		
Visières vernies (fabrique de) (voir *Feutres et visières*).		
Voiries (voir *Boues et immondices*).		
Volailles (engraissement des) (voir *Engraissement*).		
Wagons (construction de) (voir *Machines et wagons*).		

Vu pour être annexé au décret en date du 3 mai 1886.

Le Ministre du Commerce et de l'Industrie,

Signé : Edouard LOCKROY.

ANNEXE A LA CIRCULAIRE DU 10 MAI 1886

TABLEAU des industries non classées par le décret de 1886 et les décrets ultérieurs, et qui sont comprises dans la nomenclature ci-dessus.

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Acide fluorhydrique (fabrication de l')......	Emanations nuisibles........	2e
Alizarine artificielle (fabrication de l') au moyen de l'anthracène......................................	Odeur et danger d'incendie...	2e
Bleu d'outre-mer (fabrication du) :		
1° Lorsque les gaz ne sont pas condensés..............	Emanations nuisibles........	1re
2° Lorsque les gaz sont condensés.....................	Emanations accidentelles.....	2e
Briqueteries flamandes................................	Fumée......................	2e
Chicorée (torréfaction en grand de la)..................	Odeur et fumée..............	3e
Crayons de graphite pour éclairage électrique (fabrication des)..	Bruit et fumée..............	2e
Encres d'imprimerie (fabrication des) (1) :		
1° Avec cuisson d'huile à feu nu......................	Odeur et danger d'incendie...	1re
2° Sans cuisson d'huile à feu nu......................	Id.........................	2e
Epaillage des laines et draps (par la voie humide)........	Danger d'incendie...........	3e
Gravure chimique sur verre, avec application de vernis aux hydrocarbures...	Odeur, danger d'incendie....	2e
Huiles oxydées par exposition à l'air (fabrication et emploi des) :		
1° Avec cuisson préalable............................	Id.........................	1re
2° Sans cuisson......................................	Id.........................	2e
Malteries..	Altération des eaux..........	3e
Mèches de sûreté pour mineurs (fabrication des) :		
1° Quand la quantité manipulée ou conservée dépasse 100 kilogrammes de poudre ordinaire...................	Danger d'incendie ou d'explosion........................	1re
2° Quand la quantité manipulée ou conservée est inférieure à 100 kilogrammes de poudre ordinaire...........	Id.........................	2e
Peaux salées non séchées (dépôts de)....................	Odeur......................	3e
Peaux sèches (dépôts de) conservées à l'aide de produits odorants..	Id.........................	3e

(1) Cette fabrique était rangée par le décret de 1866 dans la 1re classe sans distinction de procédés employés.

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES.	INCONVÉNIENTS.	CLASSES.
Porcheries comprenant plus de six animaux adultes (1) :		
1° Lorsqu'elles ne sont point l'accessoire d'un établissement agricole	Odeur, bruit	2e
2° Lorsque, dépendant d'un établissement agricole, elles sont situées dans les agglomérations urbaines de 5,000 âmes et au-dessus	Id	2e
Verdet ou vert-de-gris (fabrication du) au moyen de l'acide pyroligneux	Id	3e

(1) Les porcheries étaient rangées, par le décret de 1866, dans la 1re classe.

Bibliographie. — Hirt (L.). *Die Krankheiten der Arbeiter.* Leipzig, 1871-1878. — Hurel (A.). *De la fabrication des brosses* (Bull. Soc. méd. publ., I, p. 327, 1878). — Poincaré (L.). *Recherches sur les effets de la nitro-benzine* (Rev. d'hyg., I, p. 708, 1879). — Tracy (Roger S.). *Hygiene of occupation* (A Treatise on Hygiene, Edited by Alb. Buck, II, New-York, 1879). — Napias (Henri). *Note sur un nouveau cas de crampe professionnelle* (Bull. Soc. de méd. publ., p. 267, 1879). — Rollet (J.). *Des éruptions et des lésions arsenicales professionnelles de la peau et des muqueuses nasale et oculaire* (Annales de Dermatologie et de Syphiligraphie, 2e série, I, 1880). — Müller (E.) et Cacheux (E.). *Les habitations ouvrières.* Paris, 1880. — Du Mesnil et Delpech. *La cité Jeanne-d'Arc. Enquête faite par la Commission des logements insalubres de Paris et par le Conseil de salubrité de la Seine* (Ann. d'hyg. publ., 3e série, III, p. 35, 1880). — Marjolin. *Études sur les causes et les effets des logements insalubres. Par quels moyens peut-on remédier à leur fâcheuse influence?* (Bull. Acad. de méd., 5 oct. 1880). — Napias (H.). *Dispositions prises dans les différents pays de l'Europe pour protéger la santé des enfants travaillant dans l'industrie* (Bull. de la Soc. de méd. publ., III, p. 280, 1880). — Bécour. *Rapport général sur les travaux de la Commission des logements insalubres pendant l'année* 1879. Lille, 1880. — Pistor. *Ueber die Anforderungen der Hygiene an Kost-und Logirhäuser* (7te Versammlung d. deuts. Vereins f. öff. Gesundheitspflege, *in* D. Vierteljahrsschrift f. öff. Gesundheitspflg., XII, p. 55, 1880). — Trélat (Émile) et Du Mesnil (O.). *Des logements des classes nécessiteuses. Maisons et cités ouvrières. Garnis et logements d'ouvriers dans les grandes villes* (Congrès internat. d'hyg. au Trocadéro. 1878, t. I, Paris, 1880). — Gubler (Ad.) et Napias (H.). *Des moyens de diminuer les dangers qui résultent pour les travailleurs des différentes industries de l'emploi des substances minérales toxiques... Essais tentés pour les remplacer* (Congrès internat. d'hyg. au Trocadéro, 1878. Compt. rend., t. I. Paris, 1880). — Guinand. *Plaques opalines professionnelles de la bouche chez les souffleurs de verre* (Lyon médical, juin 1880). — Proust (A.). *Professions* (Nouv. dictionn. de méd. et de chir. pratiq. Paris, 1881). — Perrin (E.-R.). *Le travail des enfants et des filles mineures employés dans l'industrie.* Paris, 1881). — Schuler (F.). *Die schweizerischen Stickereien und ihre sanitärische Folgen* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XIV, p. 246, 1882). — Tommassia (Arrigo). *De l'intoxication suraiguë par le sulfure de carbone* (Ann. d'hyg. VII, p. 291, 1882). — Duchesne (L.) et Michel (Ed.). *Les ardoisiers. Étude d'hygiène professionnelle* (Rev. d'hyg., IV, p. 284, 1882). — Des mêmes. *L'industrie des papiers peints* (Rev. d'hyg., IV, p. 398, 1882). — Des mêmes. *Les nacriers* (Rev. d'hyg., IV, p. 656, 1882). — Napias (H.). *Manuel d'hygiène industrielle.* Paris, 1882. — George (H.). *L'hygiène de l'ouvrier dans l'atelier et dans l'usine* (Rev. scientifiq., n° 23, 1882). — Schoull (E.). *Des moyens propres à empêcher les accidents d'intoxication chez les ouvriers secréteurs* (Rev. d'hyg., IV, p. 695, 1882). — Lunier. *De l'industrie du triage des plumes* (Rev. d'hyg., IV, p. 701, 1882). — Oldendorff (A.). *Die Mortalitäts und Morbiditäts Verhältnisse der Metalschleifer in Solingen und Umgegend, sowie in Remscheid und Kronenberg* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., I, p. 238, 1882). — Villard (F.). *L'émigration des ouvriers creusois* (Ann. d'hyg., VIII, p. 266, 1882). — Duchesne (L.) et Michel (Ed.). *La fabrication du celluloïde* (Rev. d'hyg., IV, p. 1011, 1882). — Blaise (E.) et Napias (H.). *Note sur les poussières industrielles. Modifications à apporter à la législation* (Soc. méd. publiq., 24 octob. 1882). — Lesage. *Note sur l'anémie des mineurs, dite d'Anzin* (Bull. médic., du Nord, p. 56, 1882). — Pabst (A.). *Rapport sur la demande en autorisation de la Compagnie parisienne de couleurs d'aniline.* Paris, 1883. — Guerlin de Guer (E.). *Les établissements insalubres. L'industrie et l'hygiène.* Paris, 1883. — Duchesne (L.). *Des ouvriers employés à la fabri-*

cation du gaz de l'éclairage (Journal de méd. de Paris, sept. 1883). — NAPIAS (H.). *L'intoxication saturnine chez les fabricants d'instruments de musique* (Rev. d'hyg., V, p. 237, 1883). — DU CLAUX (V.). *Les accidents du travail* (Annales d'hyg., X, p. 481, 1883). — DUCHESNE (L.) et MICHEL (E.). *Les photographes* (Rev. d'hyg., V, p. 378, 1883). — NAPIAS (H.). *Inspection hygiénique des fabriques et des ateliers* (Annal. d'hyg., X, p. 373 et 412, 1883). — TALANSIER. *Les accidents du travail* (Annal. d'hyg., X, p. 374, 1883). — POZZI (S.). *Notions sur les substances explosives d'invention moderne* (Gaz. médic. de Paris, 10 nov. 1883). — NEUMANN (E.) et PABST (A.). *Des accidents produits par la benzine et la nitrobenzine* (Annal. d'hyg., X, p. 426, 1883). — NAPIAS (H.). *Note sur les poussières industrielles* (Bull. Soc. indust. de Rouen, 1884). — BÉRARD (E.-P.). *Le soufflage mécanique du verre* (Rev. d'hyg., VI, p. 467, 1884). — OGATA (Masanori). *Ueber die Giftigkeit der schwefligen Säure* (Archiv. f. hyg., II, p. 223, 1884). — GUERMONPREZ (F.). *Plaies par peignes de filatures* (Ann. d'hyg., XII, p. 104, 1884). — OLDENDORFF (A.). *Der Einfluss der Fabrikgesetzgebung in England auf die Sterblichkeit der Frauen und Kinder* (Ergänzungshefte zum Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., I, Heft 3, p. 129, 1884). — DU CLAUX (V.). *Le Congrès d'hygiène industrielle de Rouen* (Ann. d'hyg., sept. 1884). — NAPIAS (H.). *Note sur l'hygiène professionnelle des ouvrières en fleurs artificielles* (Rev. d'hyg., VI, p. 1014, 1884). — VIRY (Ch.). *Quelques mots sur l'hygiène des ouvriers des fabriques de crin végétal en Algérie* (Rev. d'hyg., VI, p. 1018, 1884). — *Institutions ayant pour objet l'éducation, l'instruction, l'hygiène des apprentis de l'imprimerie Chaix.* Paris, 1884. — *Mesures contre les accidents et institutions de prévoyance établies à l'imprimerie Chaix.* Paris, 1884. — ARNOULD (J.). *La fabrication du bleu d'outremer* (Annal. d'hyg., XII, p. 404, 1884). — MARIE (P.) et LONDE (A.). *Intoxication mercurielle professionnelle consécutive à l'usage des capsules au fulminate* (Rev. d'hyg., VII, p. 16, 1885). — CHARPENTIER. *Troubles cérébraux dans un cas d'intoxication mercurielle professionnelle* (Rev. d'hyg., VII, p. 131, 1885). — BLAISE. *Note sur un système pour l'extinction automatique des incendies dans les manufactures* (Rev. d'hyg., VII, p. 396, 1885). — SCHULER. *Ueber Bleivergiftung von Jacquardwebern* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XVII, p. 274, 1885). — HEIDENHAIN (A.). *Die Cellulose und Papierfabrication mit besonderer Berücksichtigung der Fabrik zu Cöslin* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XVII, p. 576, 1885). — LELOIR (H.). *Dermite professionnelle spéciale. Eczéma des fileurs et varouleurs de lin* (Annal. de Dermatologie, 25 mars 1885). — DUCHESNE (L.). *Des ouvriers employés dans les fabriques de céruse* (Journal de méd. de Paris, V, n° 25, 1885). — NAPIAS (H.). *Rapport, projets de loi et règlements relatifs à la salubrité et à la sécurité du travail* (Travaux du Comité consultatif d'hyg. publ. de France, XIV, p. 353, 1885). — RUYSCH (W.-P.). *Les chiffons infectés* (Compt. rend. et mém. du 5[e] Congrès internat. d'hyg , II, p. 73. La Haye, 1885). — WASSERFUHR (H.). *Die Gesundheitsschädlichkeiten der Bevölkerungsdichtigkeit in den modernen Miethshäusern mit besonderer Rücksicht auf Berlin* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XVIII, p. 185, 1886). — KÖTTNITZ, SCHULER und SCHWARTZ. *Die Ueberbürdung der Arbeiterinnen und Kinder in Fabriken* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XVIII, p. 115, 1886). — DUCHESNE (L.). *Des ouvriers employés dans les industries textiles.* Amiens, 1886. — NAPIAS (H.). *Enquête sur les modifications à apporter aux lois des 9 septembre* 1848 *et* 19 *mai* 1874 *sur le travail dans l'industrie.* Paris, 1886. — FAUCHER (L.). *Rapport sur des cas d'intoxication mercurielle par l'usage des capsules au fulminate de mercure* (Conseil d'hyg., et de salubrité de la Seine, 1886). — ARNOULD (J.). *Assainissement de l'industrie de la céruserie* (Rev. d'hyg., VIII, p. 809, 1886). — HUDELO (A.). *Note sur l'assainissement d'un atelier de vulcanisation du caoutchouc* (Rev. d'hyg., VIII, p. 296, 1886). — POINCARÉ (L.). *Traité d'hygiène industrielle.* Paris, 1886. — PORÉE (H.) et LIVACHE (A.). *Traité théorique et pratique des manufactures et ateliers dangereux, insalubres ou incommodes.* Paris, 1887. — KRANNHALS (H.). *Zur Casuistik und Ætiologie der Hadernkrankheit* (Zeitschr. f. Hygiene, II, p. 297, 1887). — FAUCHER (L.). *Sur la nécessité d'une réglementation générale de l'industrie des explosifs* (Rev. d'hyg., IX, p. 183, 1887). — DU MÊME. *Rapport sur la question des autorisations temporaires en matière d'établissements classés* (Conseil d'hyg. et de salubrité de la Seine, 1888). — TKATCHEFF (M[me] A.). *Étude sur la situation hygiénique des ouvriers en Russie.* Thèse de Paris, 1888. — TRACINSKI. *Die oberschlesische Zinkindustrie und ihr Einfluss auf die Gesundheit der Arbeiter* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XX, p. 59, 1888). — DESHAYES (C.). *De la pollution des eaux de la Seine à Rouen* (Rev. d'hyg., X, p. 120, 1888). — DUGUET. *Note sur un cas d'intoxication saturnine observé dans la fabrication du cartonnage à la machine* (Rev. d'hyg., X, p. 124, 1888). — CACHEUX. *Sur une cité sanitaire modèle* (Rev. d'hyg., X, p. 485, 1888). — NAPIAS (H.). *L'Association des industriels pour préserver les ouvriers des accidents du travail* (Rev. d'Hyg., X, p. 841, 1888).

ARTICLE VII

LE GROUPE MILITAIRE OU MARIN.

Les événements qui se sont accomplis en Europe, depuis moins de vingt ans, ont prouvé qu'au point de vue anthropologique les temps préhistoriques ne sont pas finis et que la lutte pour l'existence reste ouverte entre les races dont la tête n'est pas faite de la même manière, absolument comme nos ancêtres paléolithiques luttaient contre les grands ours et les reptiles gigantesques, et comme les hommes de Furfooz se superposaient à ceux de Cro-Magnon. Du moment que le fait existe, le mieux est qu'on l'ait reconnu. Il n'est pas dit que l'adresse et l'intelligence ne primeront pas la force, ni que les peuples avisés et patients ne survivront pas aux tribus de proie, de même que l'homme faible et nu, mais qui a le cerveau et la main, a conquis le monde sur les fauves. Mais, en attendant, l'espèce se groupe en masses armées, énormes, et s'organise pour la bataille. Là est la raison d'être de l'*Hygiène militaire* et de l'*Hygiène navale*, qui, pour une part, est seulement une forme de la précédente.

L'HYGIÈNE MILITAIRE a pour but d'étudier comment le groupe viril, formé en vue de défendre l'existence nationale, se meut dans les conditions communes et de tracer les règles suivant lesquelles il peut user le plus avantageusement des milieux et des modificateurs communs.

C'est dire qu'elle n'est qu'un cas particulier de l'hygiène générale. Aussi les brillants écrivains qui l'ont cultivée ont-ils repris, et parfois même étendu, beaucoup des notions qui s'appliquent à toute l'humanité. Cependant, il y a lieu certainement à une spécialisation qui nous paraît devoir comprendre les trois chefs suivants :

1° *Conditions propres aux soldats :* âge, dépaysement, changement de milieu, vie en commun, dispositions morales.

2° *Réglementation de l'hygiène :* abris, vêtement, alimentation, exercices.

3° *Morbidité et mortalité militaires* en paix ou en expédition.

1° Conditions propres aux soldats.

L'étude du *sujet* de l'hygiène, encombrante lorsqu'il s'agit de l'homme abstrait, devient légitime en hygiène militaire, parce qu'il y a ici des conditions saisissables, dignes de particularisation, et dont la connaissance est utile.

Age des soldats. — Les soldats sont *jeunes.* La masse des armées est dans l'âge de 21 à 25 ans ; les dispositions qui vont être en vigueur en France resserreront encore ces limites. En deçà, il y a quelques engagés volontaires à partir de 18 ans. Au delà, quelques sous-officiers, la plupart des officiers et les hommes de la *réserve*, à l'époque de leurs appels ; puis, l'*armée territoriale*, dans des périodes d'appel de plus en plus courtes. Ces soldats intermittents échappent beaucoup aux influences de la vie militaire ; les considérations qui vont suivre ne leur sont généralement pas applicables.

La jeunesse a la plus grande *impressionnabilité* morbide, sans avoir encore atteint toute la résistance possible. Les soldats sont donc en possession de la *réceptivité* entière vis-à-vis d'un grand nombre de maladies spécifiques,

qu'ils n'ont pas eu le temps d'avoir encore : fièvres éruptives, fièvre typhoïde, oreillons, etc. Il semble, d'ailleurs, que l'activité de la nutrition, à cet âge, favorise l'intégrité de l'absorption des germes pathogènes.

L'insuffisance de résistance fait le triomphe des causes des maladies banales. Les guerres du premier Empire, la guerre de Crimée, ont montré combien les troupes jeunes fondent vite, non devant l'ennemi, mais sous l'influence des agents météoriques, de la fatigue, des privations.

Le dépaysement. — Il agit physiquement et moralement. Quand, pour le recrutement de l'armée, on transporte l'homme du nord dans les régions méridionales, celui des hauteurs dans la plaine, le riverain de l'Océan au pied des Alpes et *vice versâ*, il est clair qu'il en résulte quelque trouble dans les habitudes physiques, et l'obligation d'une sorte d'*acclimatement*, qui n'est pas sans danger. D'autre part, il y a une surprise morale, plus ou moins voisine de la *nostalgie*, et, dans tous les cas, constituant une situation dépressive. L'Allemagne a l'organisation *régionale* (sauf pour l'Alsace et la Lorraine), c'est-à-dire que chaque région se recrute elle-même. Ce mode a probablement d'autres inconvénients, mais il supprime l'acclimatement dont nous parlons et il va être appliqué, en France, avec quelques atténuations.

Changement de milieu. — Au point de vue qui nous occupe, le changement le plus dangereux pour les soldats consiste dans le passage brusque de la plupart d'entre eux du milieu rural dans le milieu urbain, de la vie de famille à la vie en groupe énorme, de l'air libre à l'air confiné. Nul n'a plus exactement relevé la gravité de cette situation que Léon Colin : « Pourquoi les soldats sont-ils plus particulièrement prédisposés aux atteintes des foyers miasmatiques? N'est-ce pas parce qu'ils sont si souvent les *nouveaux venus* dans ces foyers; nouveaux venus dans les villes, où règne la fièvre typhoïde; nouveaux venus dans les campagnes infectées par la malaria; nouveaux venus enfin dans les localités où allaient s'éteindre, vu l'accoutumance des anciens résidents, la fièvre jaune, le choléra, dont les germes semblent se revivifier au contact de ceux qui n'ont pas le bénéfice de cette assuétude? » (Léon Colin.)

Le nouveau venu est, en quelque sorte, le *réactif* de la salubrité d'un lieu et l'indice de l'influence épidémique latente qui pèse sur une localité, n'attendant pour éclore que des économies réceptives. C'est pour cela que l'arrivée des recrues fait éclater ou reprendre avec une nouvelle énergie, dans une caserne, dans une ville, la fièvre typhoïde qui allait disparaître ou à laquelle on ne pensait pas. La population civile a fait l'étoffe putride, terrain de fructification des germes; les soldats arrivent, vierges d'imprégnation miasmatique, absolument réceptifs; la fièvre typhoïde éclate et la population civile en prend sa part, coyant qu'elle doit le fléau aux troupes. Que si cette population est déjà en proie à l'épidémie, les soldats y participeront tout de suite, et l'intensité de l'épidémie de caserne pourra faire juger du degré d'imprégnation typhique de l'atmosphère urbaine.

La vie en commun. — La vie en commun, outre qu'elle nécessite aussi pour les soldats une autre sorte d'acclimatement et des plus périlleux, n'a

nulle part une expression aussi haute et aussi complète que dans l'armée. Quoi que l'on fasse, les soldats sont forcément et constamment réunis en groupes, qui se répètent indéfiniment pour constituer la grande collectivité régimentaire. Dans les casernes, on peut ne mettre que 25,20 hommes ou même moins, dans une chambre; mais il faut bien que, tout autour de cette chambre, il y en ait de pareilles autant qu'il est nécessaire pour abriter 2,000 hommes. La grande ressource, c'est le casernement à pavillons sans étage, séparés; encore, n'est-ce qu'une atténuation.

La vie en commun a ici, à un degré correspondant à son intensité particulière, tous les dangers du méphitisme atmosphérique, de la promiscuité respiratoire, des transmissions contagieuses, directes ou par véhiculation aérienne.

Léon Colin reconnaît, avec raison, une aggravation de l'influence de la vie en commun chez les groupes militaires : 1° dans l'*identité* des individus agglomérés; 2° dans le chiffre élevé des agglomérations. — L'importance de cette dernière condition va de soi, et l'on ne peut, dans l'armée, que la restreindre, non la supprimer. Quant à la première, elle imprime un caractère fatal aux conséquences de la vie en commun et fait que presque toutes les maladies des soldats sont épidémiques. Avec une pareille uniformité de constitution physique, d'âge, de régime, d'exercices, d'allures de toute sorte, il est impossible qu'un grand nombre ne soient pas impressionnés à la fois et de la même manière par les agents météoriques ou les principes spécifiques de maladies. Il n'y a rien de semblable dans les familles, les prisons, les ateliers, quelque développée qu'y soit la vie en commun.

Il est à peine besoin de rappeler que, dans les casernes de cavalerie, le voisinage des chevaux et le harnachement; dans toutes, les effets et chaussures des hommes, augmentent le méphitisme de la vie en commun.

Dispositions morales. — Les soldats des pays civilisés ont, à peu près tous, reçu une instruction qui leur donne quelque sûreté d'allures, et une éducation qui leur a, au moins, fait sentir la grandeur et la noblesse du devoir auquel ils satisfont. C'est beaucoup, en face des périls sanitaires qui les attendent, non compris les coups de fusil. Néanmoins, il est rare que ce groupe d'âge ait une maturité suffisante pour discerner toujours les dangers évitables. La jeunesse est imprévoyante et téméraire; c'est presque une tradition, chez les soldats, de dépenser inutilement ses forces, d'affronter puérilement des risques sérieux, de dédaigner les conseils de l'hygiène. Il faudrait bien enseigner de bonne heure aux jeunes gens la vraie manière d'être brave. Les soldats doivent mépriser les balles, mais redouter la fièvre.

2° Réglementation militaire de l'hygiène.

Les abris. — Le soldat est logé, en paix, dans les *casernes*, les *casemates*, les *baraques;* en expédition (et même en manœuvres), dans des *cantonnements*, sous la *tente*, au *bivouac*.

Casernes. — *Leur emplacement.* — Les casernes sont à l'intérieur des villes, à la périphérie sous le rempart, ou tout à fait en dehors. Il est clair

que l'hygiène préfère ce dernier emplacement, heureusement adopté pour les nouvelles casernes de Nancy, sans nier que diverses raisons puissent faire tolérer les casernes centrales. Quant aux casernes sous le rempart, nous avons toujours remarqué que c'est un voisinage fâcheux, compromettant l'insolation, l'asséchement des locaux et la circulation de l'air autour d'eux. Quelques bronchites, dues aux grands coups de vent, dans les casernes sans voisinage, sont moins graves que la fièvre typhoïde et que la tuberculose. W. Roth, à Dresde, a réussi à faire réunir en un seul emplacement, hors de la ville, les casernes, les hôpitaux militaires et tous les établissements qui se rattachent au service de la garnison. Cela nous a toujours paru une application outrée d'un principe excellent. Les Allemands eux-mêmes traitent cette Alberstadt de *Casernopolis*.

Construction. — On peut faire deux grandes classes des bâtisses à destination de logements militaires; elles sont *à étages* ou *sans étages*. Les premières comprennent les casernes du type *quadrangulaire*, ou à la Vauban, suivant lequel quatre bâtiments, de longueur variable et contigus par leurs extrémités, circonscrivent une cour intérieure, rectangulaire, et les casernes du type *linéaire*, formées d'un seul bâtiment allongé, quelquefois avec deux ailes en retour, aux extrémités, ou comprenant plusieurs parallélipipèdes du même genre, disposés parallèlement ou angulairement, les uns par rapport aux autres, mais sans se toucher par aucun point. Les autres sont représentées par les *pavillons Tollet*, en France, et les *constructions* Gruber-Völkner, en Allemagne, qui copient de très près les précédentes.

Entre les deux modes, il y a le type *à pavillons séparés* de la caserne Schomberg à Paris (la seule chez nous dans son genre), et le *Block-System*, très en usage chez les Anglais. Dans l'une et l'autre, une partie des pavillons comporte un étage; les blocks ont, en outre, un sous-sol, que ne possèdent pas les simples pavillons. Ces deux systèmes excellents n'admettent qu'une population restreinte. Les armées modernes du continent ont peine à y tenir.

La plupart des casernes de nos vieilles citadelles réalisent encore le type Vauban, d'une façon plus ou moins exacte. On les garde, parce qu'elles existent. Je ne sais si c'est une économie. Le type linéaire se retrouve dans beaucoup de casernes dites *à l'épreuve* (de la bombe) et dans toutes celles que le génie militaire français a élevées depuis 1874. Les casernes à l'épreuve ont pour caractéristique le plafond cintré des chambres et le toit en terrasse, si favorable aux fissures et aux gouttières, dans nos pays. Quand une caserne comprend plusieurs bâtiments linéaires, il arrive quelquefois que deux d'entre eux, disposés angulairement l'un par rapport à l'autre, laissent entre leurs deux extrémités rapprochées un espace vide, justement tourné du côté du vent dominant de la contrée ou le plus froid, de telle sorte que les hommes qui se trouvent dans la cour reçoivent ce vent avec toute la vitesse qu'il a acquise dans l'étranglement. C'est une souffrance à éviter.

Disposition intérieure. — Toutes les casernes en bâtisse massive ont des étages multiples. Aujourd'hui qu'il y a, dans les casernes, tant d'autres services encore que le logement des hommes, nous nous abstiendrons de condamner la pratique d'un étage, ou même de deux étages habités, au-

dessus d'un rez-de-chaussée, destiné à tout autre rôle que celui de dortoir; à la condition, d'ailleurs, que les chambres ne soient point très peuplées et que la ventilation en soit assurée. L'habitation des combles est à repousser.

Les chambres peuvent être disposées dans le sens de la longueur du bâtiment ou perpendiculairement au grand axe. Dans les vieilles casernes Vauban, elles sont dans ce dernier mode, mais avec cette particularité fâcheuse qu'un mur de refend, régnant dans toute la longueur du bâtiment, divise toutes les chambres en deux parties, tout en faisant communiquer les deux moitiés par une ouverture cintrée, qui perce ce mur. Il y a une ou deux fenêtres à chaque extrémité de la chambre; mais ce qui reste du mur empêche l'air de se déplacer au-dessus des lits; le courant d'aération est justement dans le corridor et le passage, où il ne sert à rien. Ce mur malencontreux a disparu des casernes élevées depuis 1874, où les chambres sont aussi perpendiculaires au grand axe, avec fenêtres en regard. On reproche toutefois à cette disposition de multiplier les angles à poussières et les surfaces d'infection, en même temps qu'elle impose la communication de toutes les chambres entre elles par un couloir médian. Or, ce couloir, qui, à la vérité, existe souvent au rez-de-chaussée et est fort obscur, n'est que virtuel aux étages; il marque simplement la place des portes, qui peuvent se fermer, en cas de besoin, momentanément. Avec l'ampleur actuelle des bâtiments, si l'on faisait les chambres en longueur, il ne pourrait y en avoir qu'une ou deux (une de chaque côté du palier) à chaque étage. Ces chambres seraient immenses; on leur donnerait certainement trois ou quatre rangs de lits, une centaine d'habitants, et l'infection épargnée sur les parois se retrouverait dans l'atmosphère. Bien que l'on puisse être encombré à trois ou quatre personnes, l'encombrement est plus grave, avec le même cubage relatif, pour des raisons que l'on pourrait trouver, lorsqu'il comporte la présence de cent individus. Nous avons quelques casernes avec de pareilles chambres; l'expérience prouve qu'elles sont les plus mauvaises. Souvent, on les divise par des cloisons incomplètes, en bois, qui servent d'ailleurs à accrocher quelque objet; cela ne les améliore point, c'est le contraire.

Il existe quelques casernes dans lesquelles les chambres, toujours disposées transversalement, s'ouvrent sur un corridor latéral, qui a les fenêtres d'une façade. Ces chambres ne se commandent pas et ne sont pas mauvaises, si elles restent peu peuplées et qu'on use de l'air du corridor à leur profit.

On supprime peu à peu les poutres et poutrelles qui faisaient saillie au plancher supérieur de nos vieilles casernes et multipliaient inutilement les surfaces à poussières et à infection. Le sol des chambres est tantôt carrelé, tantôt revêtu de ciment, planchéié ou même parqueté. Le plancher de bois blanc est très suffisant, pourvu que l'on ferme les interstices des planches et qu'on revête celles-ci d'un enduit imperméable, huile de lin, goudron (ou mieux encore). Il va sans dire que le balayage après arrosage abondant, qui fait encore le bonheur des soldats, devra faire place au nettoyage simplement humide.

Casernement Tollet. — Ce casernement est constitué par des pavillons de 40 mètres de longueur sur $6^{m},30$ de largeur et 6 mètres de hauteur, pouvant abriter une cinquantaine d'hommes en une seule salle, qui est, naturellement, en longueur. Ces pavillons sont séparés les uns des autres par un espace libre de 10 mètres; il en faut de 15 à 20 pour contenir un régiment d'infanterie. En plaçant de même, à distance les uns des autres, les locaux annexes, école, infirmerie, cuisine, latrines, écuries; en plantant

d'arbustes les espaces non bâtis à la périphérie du casernement, on donne à l'ensemble de celui-ci quelque chose des traits du *Cottage-System*, réalisé dans les baraquements du fort Vancouver, sur les bords de la Colombie (États-Unis d'Amérique).

Les *pavillons sans étages* de Tollet, pour casernes et hôpitaux, sont construits en matériaux imputrescibles et incombustibles (ciment, brique et fer). Les briques creuses permettent d'obtenir une paroi peu conductrice, quoique mince. Le sol est préparé suivant les règles habituelles et le plancher des salles, élevé de 50 à 60 centimètres au-dessus du sol naturel, en est séparé par un espace que l'on remplit de graviers, de scories, etc. Le constructeur donne à cette bâtisse la *forme ogivale* (fig. 263), en vue de supprimer les angles, où se collectionne la poussière, et d'augmenter le cube intérieur. Chaque homme a 18 mètres cubes d'espace. D'ailleurs, la ventilation du local est assurée (Voy. plus loin).

Ce casernement a été réalisé à Bourges (casernes et hôpital), à Cosne, à Autun; les médecins militaires, Larrey, Sarazin, Dauvé, Chassagne, lui ont rendu bon témoignage et, en 1879, Ém. Trélat, rapporteur d'une Commission de la *Société de médecine publique*, qui visita les casernes de Bourges, fit ressortir leur supériorité *à priori*, par ce fait que l'infection des murs a douze fois moins de chances que dans les autres, tandis que le contact atmosphérique des habitants est augmenté. Finalement, l'influence sanitaire de ces logements est heureuse.

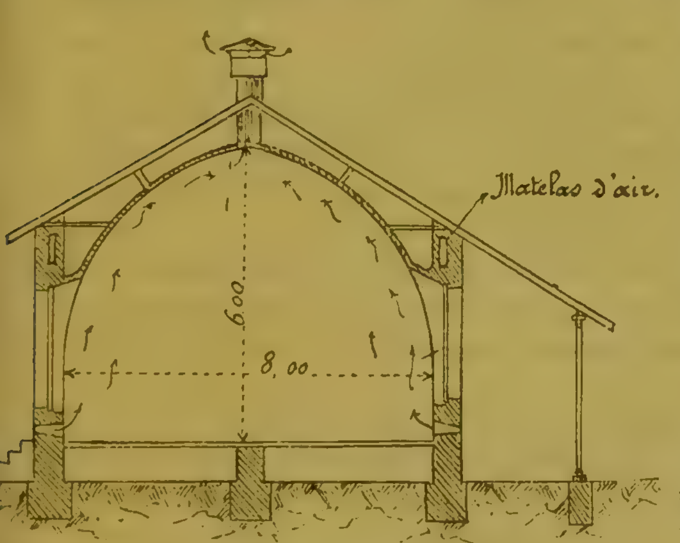


Fig. 263. — *Coupe d'un pavillon à rez-de-chaussée* (Tollet).

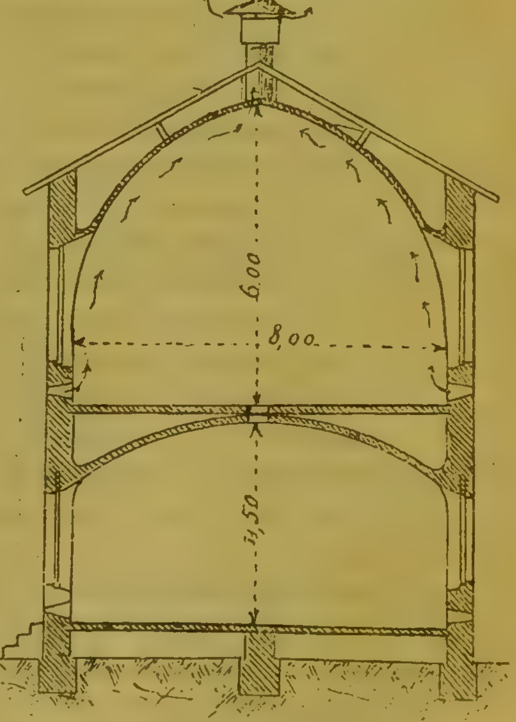


Fig. 264. — *Coupe d'un pavillon à étage* (Tollet).

Toutefois, deux reproches leur ont été adressés, qui ont amené l'inventeur à modifier quelque peu ses procédés, sans rien changer aux principes. D'une part, on trouvait que l'air intérieur des pavillons ne reste pas suffisamment indifférent aux variations de la température extérieure; de l'autre, avec la masse des groupes militaires actuels et la multiplicité des locaux de destination diverse, dont les corps de troupes ont besoin, le mode primitif entraîne à occuper de trop grandes surfaces

pour que le service et la surveillance n'en souffrent pas; sans parler du prix du terrain. Les constructeurs ont tenu compte de ces critiques, et les deux figures que nous reproduisons ci-dessus répondent précisément à leur nouvelle manière. 1° On a isolé la toiture par un large matelas d'air de la voûte ogivale et, sans augmenter l'épaisseur des murs, on fait des *doubles parois*, comprenant encore entre elles un matelas d'air. Nous avons dit l'efficacité de cet isolateur thermique. 2° On fait des pavillons *à un étage*, quand les administrations l'exigent; le rez-de-chaussée, dans ce cas, a lui-même un plafond voûté (fig. 264); au faîte de ce plafond, une large ouverture communique avec un tuyautage passant sous le plancher du premier étage, puis longeant les murs d'élévation et venant aboutir au-dessus du toit, par où s'aère aussi l'étage. Cette construction, qui a plus particulièrement en vue les hôpitaux, s'adapterait évidemment aux casernes.

Locaux accessoires dans les casernes. — La *salle* de *police*, la *prison* et même la *cellule*, comme tout local de détention, n'ont pas droit au confortable; mais on ne saurait leur refuser la ventilation et la propreté. C'est ce que l'on s'efforce d'obtenir.

Le *corps de garde* mérite, au moins, les mêmes soins et de la lumière.

Cuisines. — Elles gagneront à être un peu séparées des logements. Les qualités qu'elles doivent avoir sont l'espace, des parois et surtout un sol imperméables, une aspiration parfaite des odeurs et buées, l'écoulement facile des eaux, une propreté scrupuleuse.

Lavabos et bains. — On ménage, en général, au pied de chaque escalier, un local dans lequel un tuyau de distribution d'eau, à mi-hauteur d'homme, courant horizontalement au-dessus d'un auget, alimente de petits robinets. Ce local est ouvert trois ou quatre fois par jour, et les hommes y font ou y renouvellent les ablutions de la face, des épaules et des mains. Pour que l'eau ne détériore pas les murs, on garnit ceux-ci de plaques d'ardoise ou de marbre. Le plus sûr serait de mettre le tuyau de distribution, linéairement ou circulairement, au milieu du local. La plupart des casernes ont une salle de *bains-douches* avec vestiaire (Voy. p. 837).

Infirmerie. — Notre règlement prescrit de l'isoler le plus possible des logements de la troupe et a bien raison. C'est, d'ailleurs, un diminutif d'hôpital, qu'il faut traiter avec quelque recherche, sous le rapport des locaux et du mobilier.

Ecuries. — Elles ont une grande importance dans les casernes de cavalerie. Le plus souvent, elles sont au rez-de-chaussée des bâtiments dont les hommes occupent les étages. L'hygiène des chevaux est si soignée aujourd'hui, que le voisinage des écuries n'influence jamais la santé des hommes. On remarque à peine l'odeur spéciale. A vrai dire, toutes les écuries ont, à la partie supérieure des fenêtres, ce large châssis basculant (et presque toujours basculé), que nous demandons avec insistance pour les chambres des hommes. — Nous avons parlé antérieurement des *fumiers* (p. 793).

Magasins. Salles d'école, d'armes, logements d'employés, etc. — Nous nous bornerons à une simple mention de ces locaux, auxquelles s'appliquent les règles générales de l'hygiène.

Mobilier des casernes. — Le mobilier capital des chambres, ce sont les

lits. Ils se composent du *châlit*, sur lequel reposent une *paillasse*, un mince *matelas*, des draps, traversin et couvertures. La paillasse, au bout de peu de temps, ne possédant plus d'élasticité et ne favorisant nullement la propreté, serait aisément remplacée par un sommier, si l'on en trouvait un modèle simple, peu coûteux et durable. Des *sommiers Thuau*, faits de cordes, sont à l'essai, en ce moment, et ne présentent guère que le défaut d'être froids. On leur cherche un *isolateur*.

On a proposé les lits se relevant contre le mur, les lits-hamacs, qui permettraient d'élargir, pendant le jour, l'espace des chambres. Nous préférons qu'on ne recherche pas les locaux à deux ou à trois fins et que l'on sépare définitivement, du *dortoir*, les *locaux de jour*, le *réfectoire* d'abord.

Puis, il y a, dans la chambre, les *râteliers d'armes*, les *planches à bagages* et *à pain*, des *bancs* et des *tables*, aussi étroites que massives. Les régiments de cavalerie, en France, ont aujourd'hui des locaux distincts pour la sellerie ; mais les brides et les bottes sont toujours à côté de l'homme. La *planche à pain* expose à toutes les poussières et à toutes les émanations l'aliment principal du soldat; lui ménager une chemise est un palliatif; nous pensons qu'elle doit disparaître et le pain rester au réfectoire.

Ventilation et chauffage des casernes. — Le cubage réglementaire, dans les chambres, est, en France, de 12 mètres cubes par homme pour l'infanterie, 14 pour la cavalerie ; en Angleterre, 17 à 18 mètres cubes; en Prusse, 13 à 15,30; en Autriche, 15,30. Le renouvellement de l'air se fait par les moyens les plus simples (Voy. Chap. V, § 4 et 5). Les dispositions administratives actuelles, dans notre pays, n'admettent pas que l'on chauffe les logements des soldats, mais accordent le combustible strictement nécessaire pour fournir aux hommes le moyen de se sécher, quand le besoin s'en fait sentir. Le poêle de corps de garde traditionnel suffit à ce but.

Latrines. Évacuation des immondices. — Les développements dans lesquels nous sommes entré (Chap. V, § 7), au sujet de l'*éloignement des immondices*, et dont plusieurs traits visent spécialement les installations militaires, nous permettent d'être sobre de détails, au point où nons sommes arrivé.

En général, nos casernes n'ont qu'une espèce de latrines, et le cabinet qui les renferme est hors du bâtiment habité, quelquefois assez loin pour qu'un homme, pris d'un besoin nocturne, gagnant en hâte et à peine vêtu ces lieux à distance, risque de contracter une maladie sérieuse. On y pourvoit à moitié par l'installation de baquets au pied des escaliers. J'estime qu'il conviendrait d'avoir, en outre des latrines reculées, des cabinets très voisins des chambres, ne devant servir que la nuit, bien éclairés et construits dans un système perfectionné, comme cela existe dans des casernes étrangères (Berlin, Dresde).

Pour le reste, les systèmes de latrines sont adaptés aux habitudes de vidange du pays et aux ressources de la canalisation locale. Par suite, nous avons, en France, une foule de *latrines à la turque*, médiocres, et que l'on complique bien inutilement de seuils, de cloisons, de portes en bois; beaucoup de latrines du *système Goux-Thuasne*, très supérieur au précédent, mais qui laisse à désirer sous le rapport de l'élégance et de la propreté; çà et là, une caserne vidangeant à l'égout, di-

rectement ou par l'intermédiaire de la *vidangeuse Mouras*, assez voisine du procédé Goldner (p. 726) et tout aussi disgracieuse. Nous tenons à recommander ici l'air et la lumière dans les cabinets des casernes et une surveillance aussi continue qu'énergique.

Les latrines de la caserne Schomberg, à Paris, situées dans de petits édicules à compartiments, très rapprochés des pavillons logeables, ont des parois imperméables (en lave), des orifices à la turque avec chasses d'eau balayant aussi les urines en avant de la lunette, des urinoirs séparés et l'évacuation à l'égout (Durand-Claye, Masson, Bouvard). C'est absolument louable et c'est un idéal dont il faut se rapprocher. Mais la caserne Schomberg, destinée aux gardes républicains, dont beaucoup sont mariés, est une caserne miniature qui a présenté des facilités particulières. Nous avons vu personnellement de très belles casernes; à Londres, où il n'y a pas de soldats et où les *Horse-guards* mènent une existence de gentilshommes ; à Zurich, où les soldats ne viennent que pour les périodes d'instruction. Les cabinets d'aisances y ressemblent à ceux d'une maison bourgeoise bien tenue. Le problème, — comme beaucoup d'autres pareils, — est moins facile à résoudre en Allemagne et en France, où l'on entretient constamment un demi-million d'hommes sous les armes. Ce n'est pas toutefois une raison pour l'abandonner.

Baraques. — C'est un abri de nécessité, qu'il est possible de rendre tolérable en luttant spécialement contre ses dispositions à être glacial en hiver et torride en été, sans préjudice des moyens de ventilation. On

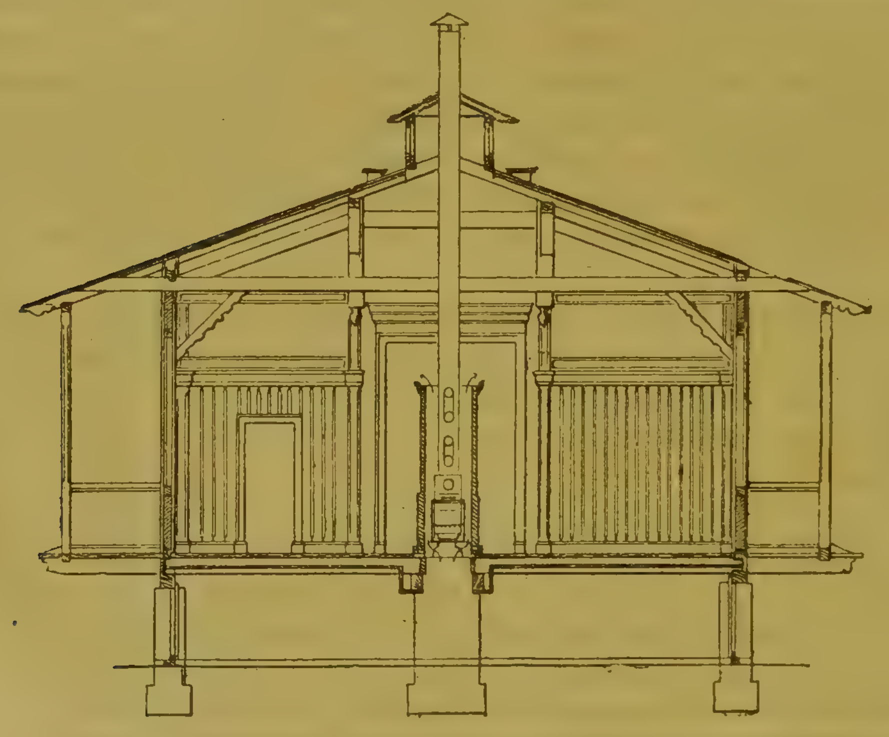


Fig. 265. — *Baraque à double toit, avec vérandah sur les deux faces.*

donne, en conséquence, aux baraques, des parois doubles; souvent, l'une des deux parois est en bois et l'autre en brique et fer (baraques de Moabit, à Berlin) et l'on peut laisser un matelas d'air entre les deux. La bâtisse ne continue pas moins à être de construction rapide et relativement à bon marché. Mais la baraque perd alors l'un de ses principaux mérites, celui

de pouvoir être démontée et brûlée, quand on n'en a plus besoin, comme l'ont fait les Américains après la guerre de Sécession. Au fond, les baraques de Moabit, construites pour les malades d'une épidémie de variole, ont paru si bonnes, l'épidémie passée, qu'on les a conservées comme hôpital permanent; et l'on élève aujourd'hui, dans la banlieue de quelques-unes de nos villes, pour les hommes et les chevaux, des baraquements qui ont bien l'intention de durer. On les soigne beaucoup plus qu'on n'avait fait, à l'origine, des baraques de Villeneuve-l'Étang, Satory, Saint-Germain, etc.

La figure 265 représente un type de baraque avec surtoit (*Dachreiter*), qui peut servir pour une installation hospitalière, en y ménageant quelques compartiments spéciaux (cabinets de surveillant, de bain, d'aisances).

Mentionnons simplement les *huttes* et *gourbis* en branchages, que les soldats sont parfois obligés d'improviser.

TENTES. — Abri encore plus médiocre que les baraques, les tentes lais-

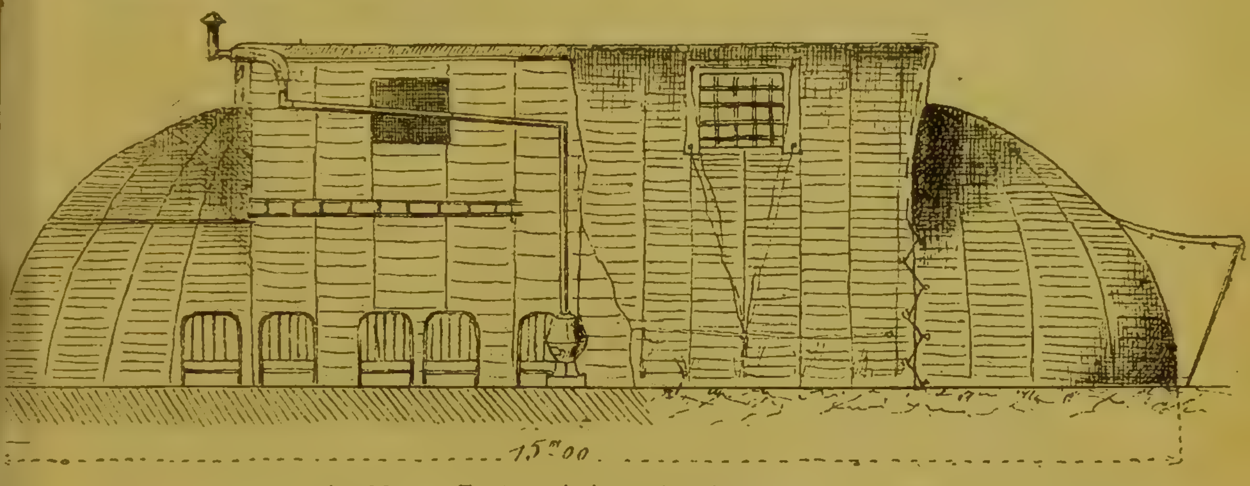


Fig. 266. — *Tente-ambulance* (système Tollet).

sent l'air intérieur se mettre à l'unisson de la température du dehors, tout en se confinant si l'on n'y prend garde; sont malaisées à dresser, quand il pleut, et, en revanche, n'étant retenues que par des piquets et des cordes, sont quelquefois enlevées par le vent, auquel elles donnent prise. Il en résulte toujours des accidents plus graves encore que celui de rester exposé aux intempéries. La *tente Taconnet*, *elliptique*, à deux mâts, a disparu de nos approvisionnements à cause de sa disposition à être ainsi enlevée. La *tente marabout*, *conique*, à la périphérie de laquelle on ne

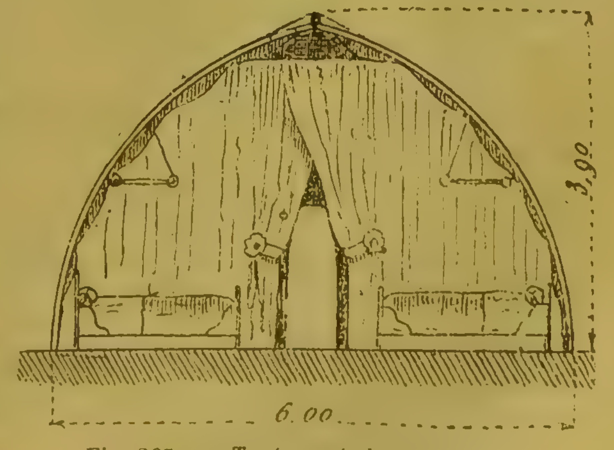


Fig. 267. — *Tente-ambulance* (Tollet).

peut se tenir debout, prête encore trop au vent. C'est pour échapper à ce danger que l'administration française essaye les tentes du système Tollet (fig. 266-267), qui se dressent sans piquets, ni haubans, mais ont une grande fixité en raison de l'ossature ogivale en fer, sur laquelle repose leur toile. D'ailleurs, ces tentes s'aèrent aisément par les fenêtres de pignon et ont de la lumière, même complètement fermées, à l'aide de volets en toile huilée. On peut y placer un poêle, relever une partie de la toile en vérandah, réunir deux tentes en une seule par les extrémités, etc. Une tente Tollet capable de renfermer 20 lits de blessés (9 mèt. de long sur 5 mèt. de large) peut recevoir 40 hommes sains. Elle est un peu lourde; mais le constructeur en a imaginé un modèle plus petit, qui ne pèse que 105 kilogrammes et peut être transporté en campagne, à dos de mulet.

Cantonnements. Bivouac. — Situations exceptionnelles, le cantonnement use presque toujours des conditions locales de l'hygiène rurale et le bivouac est la négation des abris, lors même qu'on a recours au *brise-vent*. Les chefs d'armée et les médecins doivent interdire aux troupes les localités où règne une maladie épidémique.

Le vêtement. — Nous avons peu à ajouter à l'hygiène générale (Chap. V, § 8). Le vêtement militaire, en France, est actuellement de bonne qualité et d'une forme commode; on en a supprimé le col et diverses courroies aussi gênantes qu'inutiles. La *coiffure* la plus habituelle, le képi, est simple et, s'il ne rend pas tous les services qu'on pourrait en attendre, n'est pas gênant. Mais, puisqu'il est encore convenu qu'il faut un uniforme et qu'il ait un caractère guerrier, nous croyons que l'on pourrait y mettre un peu plus de recherche que l'on n'en aperçoit dans notre armée.

La *chaussure* légale, depuis 1881, est le *brodequin napolitain*, accompagné d'une paire de souliers, à titre de chaussure de repos. En réalité, la plupart de nos hommes portent encore le *godillot*. Rien n'empêche que le brodequin napolitain n'ait la *forme rationnelle* (p. 819), dont il existe un modèle dit *modèle Perron*. La chaussure rationnelle a parfaitement réussi à nos bataillons alpins. Du reste, un concours de chaussures est ouvert (1887) auprès du ministère de la guerre français.

L'alimentation. — La ration journalière du soldat français comprend (Morache) :

	A l'intérieur et en paix.			En guerre.		
	Poids. gr.	Azote.	Carbone.	Poids.	Azote.	Carbone.
Pain	1000	12,00	300,00	1000	12,00	300,00
ou Biscuit	»	»	»	750		
Viande fraîche	300	7,20	26,20	300	7,20	26,20
Légumes frais	100	0,31	5,50	»	»	»
Légumes secs	30	1,30	14,30	60	2,60	28,60
Café	»	»	»	16	0,20	2,00
Sucre	»	»	»	21	»	9,00
		20,81	346,00		22,00	365,00

Considérons d'abord la ration du temps de paix. D'après les principes posés

(Chap. VII), c'est suffisant, si la viande est bonne; il n'y manque qu'un peu de graisse, pour que l'homme ne soit pas obligé d'en faire avec de l'albumine. Schindler estime que les ressources disponibles des corps de troupes devraient en fournir environ 45 grammes par tête, et n'est pas au-dessus de la vérité. Mais combien peut varier la valeur de cette ration selon la façon de l'utiliser! Dans notre temps, deux améliorations vraiment décisives ont été introduites, savoir :

1° *Le réfectoire et le repas en commun.* — Quand on a un peu de place, d'ingéniosité et de volonté, on trouve dans la caserne un local où l'on met des tables, fût-ce les dressoirs du génie, et des bancs ou sièges plus ou moins recherchés; on orne un peu, dans le goût militaire, cette salle et, désormais, elle ne sert plus qu'aux repas. D'autre part, la compagnie se pourvoit de soupières en faïence grossière, d'assiettes, de verres; on organise des tables de huit ou dix hommes, se partageant le plat commun. Et voilà que le troupier, qui, naguère, mangeait piteusement, sur son lit, sur une marche d'escalier, où il pouvait, à sa gamelle individuelle chargé de la soupe, des légumes et de la viande, s'assied à table avec des camarades, comme il le faisait dans sa famille, voit passer des plats successifs et se sert de chacun selon ses goûts et son appétit. Personne ne conteste que ce ne soit très conforme à la dignité individuelle; et l'armée française, aujourd'hui, est bien élevée. Mais c'est, en outre, très économique. Autrefois, 20 à 25 p. 100 des substances alimentaires étaient en excédent de la consommation et vendus pour rien, comme déchets de cuisine. Aujourd'hui, il ne reste à peu près plus rien. Qu'est-ce à dire? sinon que le surplus des petits appétits comble le déficit qu'éprouvaient jadis les gros mangeurs et que tout le monde mange avec plus de plaisir et davantage, à cause de la forme du repas. Inutile de dire que le résultat final est de la santé et de la force.

2° *Le régime varié.* — La variété dans le régime est un principe. Mais la possibilité de son application dans l'armée a été mise en évidence par un médecin militaire français, Schindler, qui a montré comment on la pratique — au moyen de substitutions intelligentes, des achats de denrées en gros, de l'emploi des *boni* en aliments et non en boissons, des jardins potagers de troupes, de cuisiniers, de réfectoires et, par-dessus tout, d'officiers qui le veulent. — Y a-t-il un péril, pour le moment de la guerre, à ce que le soldat soit moins pénétré qu'autrefois de l'habitude de la soupe, du repas monotone et de la gamelle individuelle? Nous ne saurions le croire; en guerre, on mange comme on peut; le point capital est que l'on ait de quoi. Et l'on supporte d'autant mieux le trouble des habitudes et les privations que le moral est plus élevé.

Nous regrettons de ne pouvoir reproduire les *menus* militaires qui ont été suivis, sous la direction de Schindler. Qu'il nous suffise de dire que l'on y voit figurer successivement : la soupe à l'oignon, le boudin grillé, la salade de pommes de terre, le fromage, le potage au riz, le civet de lapin, le hareng frais, le macaroni, la soupe à l'oseille, le bœuf, le mouton, le veau, sous toutes les formes, le porc frais, etc.

Alimentation en campagne. — Le régime du soldat français ne s'élève pas assez en temps de guerre, ni au point de vue de l'azote dont l'augmentation ne dépend que des légumes secs, ni au point de vue de la graisse, dont il n'est pas même question. Les armées anglaise et allemande sont mieux dotées; mais quelques autres le sont moins bien encore, ainsi qu'il résulte du tableau ci-dessous de Meinert :

Valeur alimentaire des rations de campagne.

		Albumine.	Hydrocarbonés.	Graisse.
France		139	574	31,0
Allemagne	Petite ration avec viande.	133	471	34,5
	— lard	86	471	145,0
	Grande ration avec viande.	191	678	45,2
Autriche	Viande	146	645	47,0
	Lard	109	645	135,0
Russie (viande)		166	701	28,0
Italie		127	613	45,0
États-Unis		160	490	4,15
Suisse		123	350	5,05
Hollande		125	704	4,60
Turquie		110	354	4,70

Voit propose comme ration de guerre :

		Albumine.	Graisse.	Hydrocarbonés.
Pain	750 gr.	62	»	331
Viande	500	72	33	»
Graisse	67	»	67	»
Légumes, riz, etc	150	11	»	116
		145	100	447

Au demeurant, le soldat est le destinataire trop régulier du *biscuit* et des *conserves* de toute sorte. Avec l'irrégularité fatale des repas, avec les privations fréquentes et les longues heures de marches ou de combat, pendant lesquelles on n'a pas le temps de manger ou de préparer un repas appétissant, l'usage de ces substances alimentaires, qui sont toujours inférieures aux denrées fraîches, constitue une grosse part du rude labeur de la guerre. Notons qu'il faut d'abord, en temps de paix, consommer les approvisionnements qui vieillissent.

L'eau dans l'armée. — Sur divers points, l'eau consommée par les troupes laisse à désirer. En France, comme en Allemagne, des casernes ont encore des puits mal avoisinés et percés dans une nappe souterraine contaminée de longue date. Ailleurs, la garnison participe à la distribution municipale d'eau de source; mais peu de villes donnent leur eau aux soldats, sans compter, comme Lille. On ne délivre gratuitement que dix à vingt litres par homme et par tête; de sorte que, quand on a fourni aux besoins des cuisines, des lavabos, il ne reste à boire que l'eau des puits, conservés précisément parce que l'eau de distribution est insuffisante.

Quelques garnisons ont une distribution à elles, dont la source est en un terrain appartenant au génie militaire. Ce mode gagnerait à être souvent reproduit. Tout au moins, doit-on user de tous les moyens possibles

pour que les municipalités possèdent une canalisation d'eau de source et y associent largement la garnison. En effet, l'usage de l'eau bouillie ressemble bien à une ressource qui ne peut être que momentanée et celui des filtres, en supposant que l'on trouve un de ces appareils irréprochable, entraîne la complication des nettoyages, le bris d'appareils et des dépenses qui ne sont guère compatibles avec les habitudes militaires.

Les soins corporels. — Voy. *Lavabos* (p. 1288); *Bains-douches* (p. 836). Les soldats sont conduits, en été, à la *baignade* de rivière ou à la mer. L'impureté des cours d'eau, dans les villes industrielles, enlève bien du charme à ce bain, qui pourrait être aussi tonique que favorable à la propreté. C'est, d'ailleurs, une occasion de *natation*.

Exercice. — Dans l'armée, les exercices sont d'ordre général ou tout à fait spéciaux aux soldats. Il y a, dans ceux-ci, un côté très technique qui échappe à notre compétence. Nous pensons devoir nous borner à renvoyer au chapitre VIII : EXERCICE et REPOS. Le *surmenage* (voy. p. 1114) a une importance étiologique extrême chez les troupes.

3° Morbidité et mortalité militaires.

Les maladies de l'armée. — Les maladies les plus fréquentes dans l'armée sont celles que l'on appelle encore *banales* et qui semblent relever des causes vulgaires, la météorologie, les fatigues, les irrégularités dans le régime, l'air confiné. Le tableau ci-dessous, emprunté à la *Statistique médicale de l'armée* française pour 1884, en donne une idée très approchée, quoique ne se rapportant qu'à une seule année. Les maladies de l'appareil respiratoire, dont le chiffre est si élevé, sont surtout des *bronchites*, et celles de l'appareil digestif des *angines*, l'*embarras gastrique*, la *diarrhée*.

Entrées aux hôpitaux en 1884 (p. 1000 hom.).

Alcoolisme et intoxications	1,02
Aliénation mentale	1,3
Variole et varioloïde	1,8
Choléra	3,4
Scarlatine	6,3
Maladies des oreilles	12,3
Anémie, purpura, scorbut	14,4
Tuberculose	14,6
Chancre mou	16,0
Maladies de l'appareil nerveux et cérébro-spinal	17,3
Maladies des yeux	21,9
Syphilis	23,7
Maladies non vénériennes de l'appareil génito-urinaire	24,8
— de l'appareil circulatoire et lymphatique	26,8
Fièvre continue	27,9
Rougeole	30,3
Uréthrite et orchite blennorhagique	33,5
Maladies des os et des articulations	34,4
Fièvre typhoïde	58,7
Rhumatisme et goutte	64,2
Lésions traumatiques et maladies chirurgicales	70,0

Fièvre intermittente et rémittente	72,7
Maladies de la peau et du tissu cellulaire	82,2
— de l'appareil respiratoire	144,4
— — digestif	195,8

Parmi les infectieuses, la *fièvre typhoïde* est, seule, d'une fréquence regrettable, avec la *tuberculose*, qui fournit beaucoup de décès pour un chiffre modéré d'entrées.

En introduisant dans la *morbidité* les entrées à l'infirmerie, on a, en France, une moyenne journalière de 40 malades environ p. 1000.

	1874-1883.	1884.
Entrées à l'infirmerie, p. 1000 hommes	320,5	292
— à l'hôpital, —	256	202

Dans l'armée prussienne, les chiffres correspondants (1881-1882) ont été : 239,6 p. 1000 à l'infirmerie; 334,3 à l'hôpital. En Russie, 457,9 et 387,6 de 1880 à 1884.

Mortalité militaire. — La mortalité annuelle dans l'armée française (Algérie et Tunisie comprises) est exprimée par les chiffres ci-après :

Décès p. 1000 *hom. et par an.*

Années.	Décès.	Années.	Décès.	
1875	12,60	1880	10,88	
1876	11,45	1881	13,68	Moyenne des cinq dernières années, 10,2.
1877	9,55	1882	10,88	
1878	9,09	1883	8,15	
1879	8,84	1884	7,64	

Si, même, dans cette dernière année, on rapporte les proportions obituaires à l'*effectif* moyen, il n'y a plus que 6,68 décès p. 1000 en 1884. Cependant, il n'y a pas assez longtemps que dure le progrès, apparent depuis 1882, pour pouvoir formuler en loi : que la mortalité dans l'armée française est au-dessous de 10 p. 1000. La mortalité générale des hommes de 20 à 30 ans, en France, étant évaluée par Bertillon à 9,56 p. 1000, il reste frappant qu'un groupe choisi, comme le groupe militaire, ne soit pas plus favorisé que la moyenne.

En Prusse, le chiffre obituaire est sensiblement moindre : 4,8 p. 1000 en 1879-1881 ; 3,14 en 1881-1882 (la statistique prussienne ne distingue pas entre l'effectif réel et l'effectif des présents). Disons tout de suite que l'une des principales raisons de cette différence est que les médecins prussiens obtiennent de bonne heure et largement le renvoi des douteux : 27,9 réformes ou retraites p. 1000 et par an, de 1873 à 1882 au lieu de 12,3 (1880) à 14,3 (1884) en France.

Les soldats au-dessous de 21 ans ont donné (1884) 5,65 décès p. 1000 ; ceux de 21 à 25 ans, 8,19 décès ; au-dessus de 25 ans, 5,69 décès p. 1000.

Fièvre typhoïde. — C'est une des principales causes de la lourdeur de nos chiffres obituaires. La moyenne annuelle des décès pour cette affection est de 3,78 p. 1000 pour la période 1876-1884 (*minimum* 1,05 dans le

5e corps; *maxima :* 4,71 dans le gouvernement de Paris; 5,28 dans le 6e corps; 5,69 dans le 19e; 20,12 en Tunisie). — En Prusse, la mortalité typhoïde n'est que de 0,85 p. 1000; en Italie 1,96. Dans l'armée anglaise, qui, à vrai dire, n'est guère comparable aux armées du Continent, le chiffre est un peu au-dessus de 1 décès p. 1000. En Russie, les deux typhus ensemble causent 2 décès pour 1000 (1880-1884).

Variole. — Elle va disparaissant de notre armée, grâce à l'exactitude des vaccinations et revaccinations.

Années.	Cas varioliques.	Décès.
1880	754	73
1881	578	41
1882	551	42
1883	371	15
1884	166	15

L'armée italienne est à peu près dans les mêmes conditions; l'armée autrichienne, moins heureuse. En revanche, il n'est mort qu'un soldat allemand de variole en 9 ans!

Rougeole et scarlatine. — Elles sont devenues plus graves que la variole et nous coûtent, la première, 35 décès annuels; la seconde, 45. La rougeole est moins sévère à l'armée prussienne; la scarlatine l'est autant, ainsi que dans les troupes anglaises.

Diphthérie. — Elle cause de 45 décès annuels (1881) à 58 (1882) dans toute notre armée. Il est arrivé que le gouvernement de Paris (1880) en fournissait 15 sur 50. En Prusse (1881-1882) 12 décès sur 356,000 hommes.

Pleurésie et pneumonie. — La seconde est plus meurtrière que la première. En France (1884), 0,28 décès p. 1000 par pleurésie; 0,42 par pneumonie. En Prusse (1881-1882), 0,17 et 0,47.

Tuberculose. — Le tableau ci-dessous indique la proportion des déchets de cette origine, dans l'armée française.

Déchets par tuberculose (p. 1000 hommes).

Années.	Décès.	Réformes.	Total.
1880	1,24	2,7	3,94
1881	1,05	2,65	3,70
1882	1,00	2,88	3,88
1883	1,04	2,63	3,67
1884	1,04	2,93	3,97

La léthalité tuberculeuse en Prusse a été de 0,88 p. 1000 de 1874 à 1882. Sur l'armée anglaise, il y a 2,08 décès annuels p. 1000 hommes et 3,80 réformes; on a l'habitude de citer ce fait comme preuve de l'influence de l'usure militaire sur le développement de la phthisie.

L'armée en expédition. — Les *maladies* des armées en campagne changent un peu de caractère et, souvent, de nature.

Elles sont tout d'abord plus fréquentes et plus meurtrières qu'en paix. D'où il résulte que, tout en payant à la bataille son tribut sanglant, les troupes en expédition perdent beaucoup plus d'hommes par la maladie que par le feu.

	Morts de maladie.	Morts par le feu.
Guerre de Crimée (Français)	75,000 h.	20,000 h.
— de Sécession américaine	186,316	72,969
— de Bohême 1866 (Prussiens)	6,772	4,405

Il n'y a aujourd'hui qu'un exemple du contraire : c'est celui de l'armée allemande en 1870-1871, qui, sur une perte totale de 44,890 hommes, compta 28,291 décès par le feu de l'ennemi, 10,406 décès par maladies aiguës et 6,193 par maladies chroniques (statistique du Dr Engel). Diverses raisons peuvent rendre compte de cette anomalie, si heureuse pour la nationalité qui en fut l'objet; les Allemands ont fait la guerre dans un pays parfaitement sain et plantureux, où rien n'était plus simple au vainqueur que de trouver le vivre et le couvert, dans des conditions généralement meilleures que celles du pays natal ; l'administration prussienne n'a transporté en vivres, en 1870-1871, que *le quart* de la consommation de ses armées (Baratier). Les Français n'auraient point la perspective de pareilles ressources en allant à Berlin. Mais, à part ces avantages évidents de l'armée allemande, il est juste de reconnaître, à l'honneur de l'hygiène en même temps que des gouvernements et des médecins nos voisins, que l'organisation sanitaire de leurs troupes était à un degré supérieur.

A. *Maladies des armées en campagne.* — L. Laveran avait très justement rapporté à quatre chefs étiologiques les maladies des armées en campagne : *Influences atmosphériques ; — Influences telluriques; — Influences alimentaires ; — Influences spécifiques.*

Dans leur mobilité incessante, obligées de veiller, de marcher, de combattre, par tous les temps, renonçant systématiquement à toute espèce d'abris ou n'en trouvant que de médiocres, quand elles ont le loisir d'en chercher, les troupes en guerre sont naturellement le terrain le plus propre à tous les accidents partiels ou généraux et presque toujours aigus, de la *chaleur* (insolations, fièvres climatiques); du *froid* (congélations, asphyxie par le froid, inflammations banales), de l'*humidité* (refroidissement, catarrhes bronchiques ou intestinaux, etc.).

Pour des raisons du même genre, forcées d'aborder les sols les plus divers, de prolonger, dans les campements ou le bivouac, leur contact immédiat avec le sol, les colonnes expéditionnaires fournissent toujours un grand nombre de victimes à la *fièvre malariale,* cette grande expression pathologique des influences telluriques (armées françaises en Morée, en Algérie, en Crimée, en Italie, à Tunis, en Indo-Chine, dans les colonies). Il va sans dire que l'intensité des accidents est subordonnée, comme d'habitude, à l'action adjuvante du climat et de la saison.

Deux affections résument les conséquences des troubles que la situation de guerre peut apporter aux éléments et à la forme du régime alimentaire des soldats, à savoir : le *scorbut* et la *diarrhée* (tournant à la chronicité et à la *dysenterie*, qui peut d'ailleurs procéder aussi d'une autre origine). Le premier relève des qualités (nous les avons précisées) des aliments solides; la seconde, de l'eau de boisson, le plus communément. L'usage habituel des conserves est une des nécessités des longs sièges et des expéditions lointaines (scorbut de Crimée); et, quant à l'eau de boisson, ou bien les armées en marche l'empruntent à des sources, à des cours d'eau qu'elles ne connaissent pas, ou bien les armées stationnaires souillent par leurs déjections, quelquefois par les cadavres, des eaux primitivement irréprochables. Léon Colin a particulièrement mis en vue cette influence des eaux putrides sur le développement de la dysenterie; Roth sur celui de la fièvre typhoïde.

Les grands mouvements de troupes, les vastes déplacements des groupes armés, sont un des modes les plus sûrs de l'échange et du transport des contages. L'ar-

mée expéditionnaire emporte avec elle les fléaux qui régnaient dans la mère-patrie et recueille ceux qui dominent sur la terre qu'elle envahit. Le *choléra* suivit l'armée française en Orient et le *typhus* revint avec nos évacués de Sébastopol et de Constantinople. Le corps expéditionnaire du Mexique revivifia, avec une puissance meurtrière, la *fièvre jaune* de la Vera-Cruz. Les mobiles bretons de 1870 ranimèrent la *variole* à Paris et les captifs de Sedan et de Metz déchaînèrent sur quelques villes d'Allemagne, comme Berlin et Leipzig, des épidémies varioliques formidables. A la même époque, la *fièvre typhoïde* suivit les Allemands en France et les Français en Allemagne. C'est encore cette maladie qui accompagna, avec une meurtrière ténacité, l'armée française en Tunisie. Au Tonkin, elle dut céder la place aux fièvres palustres et au choléra.

Il est une maladie épidémique que les armées semblent avoir la faculté de créer, pourvu qu'elles soient concentrées, immobilisées dans un camp ou dans une ville assiégée, souffrant de misères et de privations alimentaires, et que les malades et les blessés abondent dans le groupe. C'est le *typhus exanthématique*, *typhus des camps*, traditionnel dans les expéditions militaires, même avant Pringle. Les circonstances de guerre énumérées dans ces lignes préparent à merveille le terrain de pullulation, le « milieu adéquat » du germe typhique (guerre de Trente ans, *peste de Nimègue*, *peste suédoise* en Lorraine; — guerre de la succession d'Autriche, 1743-1747 : Pringle; — guerre de Sept ans; guerres de la République et de l'Empire : Mayence, Torgau, Danzig, Paris; guerre de Crimée).

La même réflexion est applicable aux diverses formes de la *septicémie* et de la *pourriture d'hôpital*, qui apparaissaient inévitablement dans toute agglomération de blessés, avant la méthode antiseptique. Ici, deux conditions capitales favorisent l'action des germes : d'une part, le trouble profond de l'économie chez les blessés, auquel Chauffard attachait la première importance dans le développement de la *fièvre traumatique;* d'autre part, le fait que les plaies sont des surfaces d'absorption et d'introduction des germes, que les pansements mêmes se chargent quelquefois de leur apporter (Voy. *Antisepsie*, p. 484).

Blessures de guerre. — Les statistiques portant sur la fréquence, la nature, le siège, la gravité, des blessures du champ de bataille, intéressent légitimement l'hygiène; nous en reproduirons quelques-unes.

Guerre de Crimée 1854-56. *Durée : 2 ans* (d'après Chenu).

		Pertes par le feu.	
	Effectif.	Tués sur le champ de bataille.	Blessés.
Armée française	309,468	10,240	39,868
— anglaise	97,864	2,755	18,823
— piémontaise	21,000	12	167
	428,132	13,007	58,858

Guerre d'Italie 1859. *Durée* 2 *mois* (Chenu).

	Effectif.	Tués.	Blessés.
Armée française	128,225	2,536	17,054
— italienne	59,731	1,010	4,922
— autrichienne	217,324	5,416	26,149
	405,280	8,962	48,125

Guerre franco-allemande 1870-1871. *Durée : 7 mois* (Dr Engel).

Effectif général de l'armée allemande en France............... 936,915 hommes.

	Tués.	Blessés.
Prussiens..................................	13,677	97,113
Bavarois..................................	1,759	15,666
Saxons, Hessois, Badois, Wurtembergeois......	2,135	15,088
	17,570	127,867

Moyennement, d'après ces chiffres, chaque combattant a une chance sur 7 d'être blessé et 1 sur 44 d'être tué. Si l'on considère que la statistique de Crimée donne 1 tué sur 33, celle d'Italie 1 sur 45 et celle de la guerre franco-allemande 1 sur 53, on peut conclure que le perfectionnement des armes à tir rapide diminue plutôt qu'il n'augmente le nombre des morts. Le chiffre proportionnel des blessés reste le même; mais le chiffre absolu devient énorme pour chaque bataille avec les procédés modernes de guerre en grandes masses : à l'Alma, il n'y eut que 1,039 tués ou blessés; à Gravelotte, il y en eut 13,000; à Saint-Privat, 20,000.

Les plus nombreuses blessures sont de beaucoup celles des balles; les blessures par projectiles creux viennent ensuite; les blessures par armes blanches se font de plus en plus rares.

Le tableau ci-contre (Chassagne et Desbrousses) représente la fréquence des blessures par région.

SIÈGE DES BLESSURES.	CRIMÉE.	ITALIE.	SÉCESSION.	1870-71.	TOTAL.
Membres inférieurs (hanche, cuisse, etc.)....................	11,873	6,953	30,014	22,236	71.076
Membres supérieurs..............	10,648	6,183	25,231	19.588	61.650
Tête et face......................	5,238	1,734	9,217	8,355	24.544
Poitrine et dos..................	3,489	1,052	7,631	7,683	19,855
Bas du tronc : régions iliaque, inguinale, organes génitaux......	1,163	583	5,663	6,607	14.516
Abdomen........................	665	917	3,330	5,953	10,865
Cou............................	460	203	1,239	1.021	3,013

Les blessures des membres sont donc beaucoup plus communes que celles du tronc. Il est remarquable que les blessures de la tête soient aussi fréquentes que ces dernières; on en trouverait peut-être l'explication dans la forme parabolique de la trajectoire des balles. Une des conséquences des blessures dont la perspective préoccupe toujours beaucoup les militaires de tout grade avant la bataille, c'est l'*hémorrhagie* immédiate ou primitive. Il ne paraît pas, cependant, que cette complication soit aussi redoutable qu'on l'a cru, ni même qu'elle soit très redoutable. Les gros projectiles, tels que les éclats d'obus, sectionnent assez nettement les tissus et les vaisseaux pour entraîner l'hémorrhagie; mais les balles rompent les artères plutôt qu'elles ne les coupent, c'est comme une plaie par arrachement; le bout supérieur du vaisseau est comme frangé, il se rétracte et s'obture de lui-même; il faut que le calibre du vaisseau approche de celui de l'humérale ou même de la fémorale pour que cette obturation spontanée soit insuffisante. Les grosses veines, qui ne se rétractent pas, peuvent donner lieu à des hémorrhagies aussi funestes que celles des artères (Legouest). Somme toute, si l'on défalque les blessures avec hémorrhagie, mais à la suite desquelles la mort fût survenue même sans l'hémorrhagie, Beaunis ne croit pas que le nombre des blessés succombant à l'hémorrhagie, et qui eussent pu être sauvés si elle eût été arrêtée, dépasse notablement 6 p. 1000.

Assistance aux blessés de guerre. — L'organisation des *secours aux blessés*, des *ambulances* de tout degré, matériel et personnel; *brancards, voitures, trains sanitaires;* brancardiers, infirmiers, médecins; forme tout un vaste chapitre que la chirurgie d'armée fait rentrer dans ses études, non à tort, mais qui relève aussi de l'hygiène militaire. Car c'est bien celle-ci qui doit prévoir, prescrire, réunir et agencer les diverses pièces du mécanisme que l'autre mettra en œuvre. Rien n'empêche, du reste, en pratique, que le même homme soit à la fois hygiéniste et chirurgien militaire; c'est même la réalisation de ce double attribut qui est désirable. A la vérité, pour être ce chirurgien d'armée idéal, ce n'est pas trop de s'y être consacré tout entier et de n'avoir pas fait autre chose, toute sa vie. On ne se figurera pas que la bonne volonté tienne lieu de préparation et d'expérience aux ambulances volontaires et aux Sociétés de secours aux blessés, et les États commettraient une lourde faute en comptant sur cette organisation latérale de la médecine de guerre. D'ailleurs, l'État a le *devoir* strict de pourvoir aux soins des soldats malades, par le fait même qu'il a le droit d'en disposer pour faire la guerre.

La marine. — Les navires de commerce, au nombre d'environ 61,000 pour les 14 nations maritimes de l'Europe et pour les États-Unis, promènent sur les mers près d'un million d'hommes. La marine de guerre, en France, comprend 20,000 marins en service actif et 80,000 de réserve; en Angleterre, 18,000 matelots actifs et 52,000 de réserve. Si nous ajoutons à ces chiffres le nombre considérable d'individus, troupes, passagers voyageurs, colons, commerçants, émigrants, qui se trouvent temporairement associés aux conditions de l'existence nautique, on comprendra que l'*hygiène navale*, étant donnée d'ailleurs la spécialisation objective évidente, ait paru assez importante pour légitimer, comme l'hygiène militaire, des études directes et des ouvrages dont les développements se sont renfermés dans ce cadre exclusif, mais suffisamment large.

Ne pouvant ici entreprendre une analyse complète de la situation de ce groupe, nous nous bornerons à signaler les trois points essentiels par lesquels le problème sanitaire se caractérise en ce qui concerne la marine, à savoir : 1° le *séjour du navire;* 2° la *séparation d'avec la terre ferme* et surtout d'avec les ressources alimentaires ; 3° la *mobilité du groupe*.

1° Le navire devient à la fois le support et l'habitation des gens de mer. Quoique entouré d'air pur, lorsqu'il vogue au large, le navire présente cette contradiction de constituer presque toujours un milieu respiratoire des plus médiocres, sinon des plus menaçants. La raison en est dans ses proportions restreintes relativement au nombre d'individus qu'il supporte. De telle façon qu'il est régulièrement menacé d'*encombrement*, par le fait de l'agglomération des hommes, et de *méphitisme* par suite de la parcimonie avec laquelle le cube de place est mesuré à chacun. Il va sans dire que le *matériel* rétrécit encore l'espace.

La marine de l'État ne fait plus de ces vaisseaux à trois ponts que montaient 1,000 à 1,200 hommes ; les grands cuirassés (*Magenta, Marengo*) ne portent plus que de 600 à 650 hommes; les petits vaisseaux de guerre, 300. Mais, dans un moment donné, des troupes de terre embarquées doublent le personnel. Quant aux navires de commerce, ils restreignent le plus possible le chiffre de leur équipage; malheureusement, ceux qui transportent des colons en Amérique n'ont aucune mesure dans l'admission des passagers.

Selon Bourel-Roncière, le cube moyen des cuirassés serait de $10^{mc},272$ par homme. En réalité, grâce à la place prise par l'artillerie et le matériel, la frégate cuirassée, le *Richelieu*, la plus parfaite de ces constructions navales, ne ménage à son monde que $7^{mc},944$ de vide intérieur par individu. Les anciens bâtiments sont beaucoup plus mal partagés; quelques-uns ne laissent pas 2 mètres cubes à chaque homme. C'était aussi le cas, selon Mareschal, du *Colombo*, de la Compagnie nationale de navigation, aménagé en 1885 pour transporter les troupes au Tonkin. Le dispositif de ventilation ne compensait pas cette grave lacune; aussi les hommes s'efforçaient-ils de coucher sur le pont. Les navires à voiles ont, d'ordinaire, encore moins d'espace que les vapeurs. Le *Saint-Pierre*, de Nantes, au dire de Treille, ne jouissait dans le poste que de $1^{mc},300$ par homme.

Néanmoins, le navire est exposé aux souillures intérieures, comme toute autre habitation et même plus. En outre, il est particulièrement voué à l'*humidité*, qui lui vient : de la mer, de l'air marin, des chaudières et des appareils distillatoires, de la respiration des hommes, des lavages, du chargement, des accidents (Fonssagrives). Son atmosphère intérieure, surtout quand il s'agit de *steamers*, est presque toujours à une *température élevée*, celle de la *cale* par-dessus tout; en raison de la température extérieure, si l'on voyage sous les basses latitudes; en raison, dans tous les cas, de la présence de l'équipage, des feux de cuisine et des machines, de la fermentation de matières embarquées (le dépôt de houille s'enflamme quelquefois spontanément). Tout à fait au fond de la cale se réunissent les eaux de lavage du navire, qu'on n'a pu épuiser, et l'eau de mer qui a filtré à travers le bord. Ces eaux croupissent au fond du navire et y entretiennent un foyer d'infection, la *sentine* (Chaumery); on cimente le plus possible la paroi du fond; mais quelques navires, qui ont un chargement susceptible d'avaries, ferment entièrement la cale. On se doute de ce qui se passe dès lors dans la sentine. Les gaz putrides, l'hydrogène sulfuré, qui s'y produisent, arrivent jusque dans la chambre du capitaine, à travers les joints des cloisons.

Il est donc urgent d'assurer à tout navire une *ventilation* généreuse et constante. Les navires ont leur *aération naturelle* par les panneaux d'écoutilles, sabords, hublots et autres ouvertures de construction. Ils se ventilent artificiellement par l'*appel d'un foyer* (ventilateur d'Edmund), par des *manches à vent*, fort analogues aux capes à vent, décrites dans la première partie, par des *poutres creuses*, par *propulsion d'air*, ou enfin par des appareils de *ventilation mixte*, dont il existe divers types et qui font simultanément le double effet d'injecter et d'aspirer. Ceux-ci peuvent être mus à bras d'homme ou par la vapeur. Fonssagrives donne la préférence à l'aspiration sur la pulsion; mais la ventilation mixte lui paraît supérieure à l'une et à l'autre. Il n'est pas besoin d'ajouter que la cale est le compartiment qui exige la ventilation la plus large. Les navires actuels, à cloisons étanches, sont un peu plus difficiles à ventiler que ceux d'autrefois. On doit ménager à chaque compartiment une gaine ventilatrice spéciale, se rendant à l'enveloppe d'appel qui entoure le foyer (système d'Edmund).

On arrivera à diminuer l'excès de température, là où il se produit, au moyen du froid produit par la détente de l'air comprimé.

On doit se méfier des matières vomies par les passagers qui ont le mal de mer (Treille); c'est toujours sale et cela peut provenir d'individus en incubation de choléra ou de fièvre jaune. D'ailleurs, le navire, d'autant plus apte à transporter les infectieuses exotiques qu'il est plus encombré et sale (les grands transatlantiques ne sont jamais guère incriminés) est essentiellement justiciable de la désinfection (voy. p. 492), la sentine particulièrement.

Tous les médecins de marine prêchent la lutte contre l'humidité du navire; tous voudraient voir remplacer par un vernis sec les lavages journaliers du pont, qui augmentent l'insalubrité du bâtiment plus qu'ils n'assainissent.

2° La séparation du navire d'avec la terre et les longues traversées entraînent pour les marins un régime alimentaire très exceptionnel et très anormal, qui crée incessamment chez eux l'imminence du *scorbut* et des affections voisines, telles que l'*héméralopie*.

La ration *de campagne* du marin français compte 750 grammes de pain, mais qui peuvent être remplacés par 550 grammes de *biscuit*. La viande est rarement de la viande fraîche (300 gr.), plus souvent de la *conserve de bœuf* (200 gr.) ou du lard salé (225 gr.). Les *légumes verts* ne figurent que pour mémoire dans le règlement; ils sont régulièrement représentés par les *pois*, les *fayols*, le *riz*, les *légumes desséchés*. Le *fromage* entre avantageusement dans les provisions réglementaires, et aussi le *café*, le vin (46 centilitres), l'eau-de-vie (6 centilitres). Mieux encore, le *lime-juice* est depuis quelques années réglementaire dans la flotte française, comme il l'est depuis longtemps en Angleterre. Nos médecins de marine apprennent à s'en servir *avant* plutôt que contre le scorbut. L'embarquement de choucroute et de pommes de terre est à recommander d'une façon pressante.

Pour ce qui est de la marine de commerce, il existe, en Angleterre, des dispositions législatives qui protègent la santé des équipages, à tous les points de vue, particulièrement sous le rapport des vivres, c'est le « *Merchant's Shipping Act* 1854 et 1867. » En France, il y a l'ordonnance du 14 août 1819, portant que : « Une Commission composée d'armateurs ou de capitaines au long cours est chargée de contrôler la quantité et la qualité des vivres emportés. » On pense bien, comme l'assure d'ailleurs Mathelin, que cette visite est toute confraternelle. Une législation sanitaire précise, avec un contrôle sérieux, est à désirer. On argue en vain de la liberté du commerce et de la nécessité de ménager les frais à notre marine marchande, déjà en souffrance. La marine marchande française ne vivra pas s'il faut qu'elle réalise des économies au prix de la vie des matelots. La vérité est que les intérêts du commerce maritime sont précisément tout d'abord de ne pas prendre la physionomie d'une industrie meurtrière.

Les mêmes circonstances font que la question de l'*eau de boisson* est encore un des graves embarras de la navigation. L'eau distillée, en effet, reste toujours fade, mal aérée, imprégnée de parfum empyreumatique. Selon Linhart, l'action de la chaleur sur le chlorure de magnésium de l'eau de mer peut y avoir mis en liberté de l'acide chlorhydrique. Les navires à vapeur l'ont en partie résolue par l'installation des *machines distillatoires*. Les bâtiments à voiles continuent à embarquer de l'eau et à s'en ravitailler par la pluie, par le renouvellement de la provision dans les ports, aux *aiguades*, etc. Dans tous les cas, il reste à se pourvoir de récipients où l'eau se conserve et où elle ne contracte, en présence d'un métal dangereux, aucune propriété nuisible. On a presque abandonné les tonneaux de bois, charbonnés ou non, en faveur des caisses en tôle ordinaire ou galvanisée.

3° L'immensité dans laquelle se meut le navire, la rapidité avec laquelle il franchit les latitudes s'il est à vapeur, les limites reculées auxquelles il atteint parfois dans l'un et l'autre hémisphère, imposent aux marins, de la façon la plus aiguë, tous les périls des influences climatiques, dans un sens ou dans l'autre. Puis, ils abordent à des côtes infestées d'*impaludisme*, de *fièvre jaune*, de *choléra*, de *peste*. Représentants essentiels des relations entre les Mondes et des échanges internationaux, ils affrontent toutes les contagions, les transportent et en sont les premières victimes; d'autant que le navire lui-même est merveilleusement constitué pour être

un foyer; que les villes ports de mer sont le rendez-vous de tous les individus qui vivent du commerce et dont le commerce a besoin; que les marins, enfin, longtemps privés et pressés de jouir, sont très disposés à entrer sans précaution dans ce tourbillon vivant, où se fait l'exploitation des plaisirs âcres et rapides.

Nous n'avons pas à entrer dans le détail de cette pathologie, presque toujours exotique. Joignons-y seulement l'indication des accidents plus spécialement professionnels : *colique sèche* des chauffeurs et mécaniciens (plomb des machines), l'*insolation* et la *calenture* (mer des régions torrides), *laryngites* des gabiers, *lésions du pied* et *de la main* des mêmes, *contusions, fractures*, dans les manœuvres; *furoncles* (sueurs), *brûlures*, chez les chauffeurs; *rhumatisme, névralgies*, des caliers (l'humidité); rupture du tympan chez les canonniers.

La *mortalité* est élevée chez les marins. Layet l'estime à 14 p. 100 chez les matelots de l'État. En Angleterre, elle ne serait que de 7 p. 100, ce qui fait néanmoins une proportion trois fois plus forte que celle de la mortalité à Londres. Wilson a fourni le tableau suivant, qui n'a rien de très certain :

Déchets pour 1,000 *hommes d'effectif dans la marine* (Wilson).

Nature des bâtiments.	Morts.	Réformés.	Total.
Vaisseaux de ligne	7,1	22,1	29,7
Frégates	9.0	17,5	26,5
Corvettes	8,1	20,1	28,2
Bateaux à vapeur	5,5	13,0	18,5

Fonssagrives a trouvé la *morbidité* entre 55 et 143 malades pour 100 hommes d'effectif. Cet écart énorme n'a rien de surprenant si l'on réfléchit que les conditions sanitaires, tant des navires mêmes que des parages qu'ils fréquentent, peuvent varier dans des limites immenses.

Il suffit, ici, de mentionner la présence, à bord des navires, d'un médecin et d'un approvisionnement de médicaments et d'appareils. Le règlement proposé par Proust (1885) porte : « 1° Les bâtiments à vapeur affectés au service postal ou au transport de nombreux voyageurs qui font des trajets dont la durée, les escales comprises, dépasse quarante-huit heures, sont tenus d'avoir à bord un médecin pourvu du diplôme de docteur en médecine qui prend le nom de *médecin embarqué.* »

Bibliographie. — Armée. — Colin (Léon). *Traité des maladies épidémiques.* Paris, 1879. — Marvaud (A.). *La phthisie dans l'armée* (Ann. d'hyg., III, p. 120, 1880). — Meinert (C.-A.). *Armee und Volksernährung.* Berlin, 1880. — Schuster (Ad.). *Kasernen* (Handb. der Hyg. und d. Gewerbekrankheiten, von Pettenkofer und Ziemssen, II, 2, p. 261. Leipzig, 1882. — Vercoutre. *Du mode d'attache des chevaux dans les cours des quartiers de cavalerie* (Rec. de mém. de méd. milit., p. 621, 1882). — Renard (E.). *Essai sur un projet d'études méthodiques de l'hygiène des casernements* (Arch. de méd. milit., III, p. 49, 1883). — Villaret. *Militär-Sanitätswesen* (Bericht für die Jahre 1881 und 1882. Berlin, 1883). — Port (Jul.). *Bericht über das erste Decennium der epidemiologischen Beobachtungen in der Garnison München* (Archiv f. Hyg., I, p. 63, 1883). — Marvaud (A.). *Étude statistique sur la morbidité et la mortalité dans l'armée française* (Ann. d'hyg. publ., X, p. 338, 1883). — Laveran (A.). *De la diphthérie dans l'armée* (Arch. de méd. milit., IV, p. 221, 1884). — Schindler (C.-A.). *L'alimentation variée dans l'armée* (Arch. de méd. milit., V, p. 365, 1885). — Roth (W.). *Die Veröffentlichung der kaiserlich russischen Regierung über das russischtürkischen Feldzug* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XVIII, p. 585, 1886). — Morache (G.-A.). *Traité d'hygiène militaire*, 2e édit. Paris, 1886. — Mori (Rintaro). *Ueber die Kost der niponischen Soldaten* (Arch. f. Hyg., V, p. 333, 1886). — Richard (E.). *Les nouveaux cabinets d'aisances des établissements militaires de Paris* (Arch. de méd. milit., IX, p. 361, 1887). — Viry (C.). *De la chaussure du soldat d'infanterie* (Ibid., IX, p. 1, 1887). — Laveran (A.). *De l'hygiène militaire. Son importance, ses progrès* (Ibid., IX, p. 97, 1887). — Robert (A.). *Traité des manœuvres d'ambulance.* Paris, 1887. — Viry (Ch.). *Manuel d'hygiène militaire*, 2e édit. Paris, 1888. — Delorme (Edm.). *Traité de chirurgie*

de guerre. Paris, 1888. — Roth (W.). *Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte auf dem Gebiete des Militär-Sanitätswesen.* Berlin (annuel).

Marine. — Turner (T.-J.). *Hygiene of the naval and merchant Marine.* New-York, 1879. — Du même. *The Hygiene of emigrant Ships.* Boston, 1881. — Reincke. *Ueber Schiffshygiene* D. Vierteljahrsschrift f. öff. Gesdpflg., XIII, p. 51, 1881. — Bérenger-Féraud. *Du rôle des navires dans la propagation de la fièvre jaune* (Gaz. médic. de Nantes, 1883-1884). — Raoul. *Étude pratique sur l'assainissement des navires et particulièrement sur l'assainissement des transports-hôpitaux* (Arch. de méd. navale, avril 1885). — Pottier. *Étude sur la désinfection des bâtiments* (Arch. de méd. navale, juin 1886). — Proust (A.). *Prophylaxie sanitaire maritime des maladies pestilentielles exotiques. Projet de règlement* (Rec. des travaux du Comité consultatif d'hygiène publ., XV, p. 1, 1886). — Mareschal (H.). *Observations critiques sur l'aménagement, au point de vue hygiénique, d'un navire de commerce pour le transport des troupes au Tonkin* (Arch. de méd. milit., IX, p. 134, 1887). — Chaumery. *De la désinfection de la sentine des navires* (Rev. d'hyg., IX, p. 202, 1887). — Meinhardt, Schmidt, Bambas (J.-C.). Linhart (H.), Treille. *Hygiène des navires* (Congr. internat. d'hygiène de Vienne, 1887). — Baret (E.). *Le navire moderne et l'hygiène* (Journ. d'hygiène, XIII, p. 433, 1888). — Vallin (E.). *Des méthodes de désinfection employées aux stations quarantenaires de la Louisiane* (Rev. d'hyg., X, p. 218, 1888).

ARTICLE VIII

LE GROUPE DES DÉTENUS.

Les hôtes des prisons ne sont pas tous des coupables. Quelques-uns, qui le sont à des degrés divers, peuvent s'amender et redevenir d'honnêtes gens. Quels que soient d'ailleurs la faute ou le crime commis, la société moderne n'entend que punir et non torturer, priver le coupable de sa liberté, ou même de sa vie, mais non d'air ou d'aliments, lui imposer un travail qu'il n'a pas choisi, mais non le faire succomber à la peine. Ainsi se distingue-t-elle des civilisations antérieures et de l'époque des oubliettes. De là, l'*hygiène des prisons*, si attentive aujourd'hui, sous l'influence du sentiment exprimé plus haut, que l'on y remarque parfois des soins dont n'approche pas la condition de beaucoup de groupes sans reproches.

1° Conditions spéciales aux détenus.

Conditions physiques. — Il n'y a pas d'enfants parmi les détenus et c'est aux groupes d'âges moyens qu'il faut d'ordinaire les comparer pour juger de leur situation biologique. Il en ressort rapidement que cette situation est très inférieure.

Les individus qui se font mettre en prison ne sont pas, d'ordinaire, doués d'une provision de santé. Ils ont volontiers vécu dans la malpropreté, la plus parfaite irrégularité de régime et d'abri, dans la débauche et l'ivrognerie. Cette fâcheuse disposition à supporter les rigueurs de la captivité est plus prononcée chez les hommes que chez les femmes.

Conditions morales. — Elles sont encore plus mauvaises que les précédentes. Les criminels sont souvent des « cérébraux », traînant l'héritage d'aberrations mentales de leurs ascendants ou s'étant fait à eux-mêmes des déviations intellectuelles factices, par des fréquentations malsaines et des habitudes vicieuses précoces. Presque tous appartiennent aux dernières

classes de la société. Ces gens-là ont un farouche amour de la liberté et sont sans résistance contre la mélancolie de la réclusion. Les exemples, cités par Marais et Merry Delabost, d'individus pour qui la prison a des attraits irrésistibles, sont assez rares.

Mortalité chez les détenus. — Elle est de 4 à 5 fois plus élevée que celle du même groupe d'âge dans la population libre, d'après Wappœus; au calcul de Villermé, d'Engel, tout individu qui entre en prison y a désormais les mêmes chances de mort que s'il avait vingt ans de plus. Selon Chassinat, alors qu'il meurt 10 personnes dans la population libre, il en succombe 50 du même âge dans les maisons centrales. Les hommes meurent encore plus que les femmes. Baly, médecin de la prison de Millbank (Londres), constate que la mortalité carcéraire s'élève avec la durée de la détention. Avec 6 semaines de prison, elle est de 22,78 p. 1000 détenus; à 20 mois (Genève), 26,36; à deux ans de prison (Millbank), 30,96; à sept ans (bagnes français), 40,7. A Millbank même, on meurt 3,05 p. 1000 dans la première année de prison; 35,64 dans la deuxième; 52,26 dans la troisième; 57,13 dans la quatrième; 44,17 dans la cinquième. Il y a donc un certain acclimatement après la quatrième année. Cette élévation de la résistance se produit à la troisième année dans la prison de Philadelphie. Baer a remarqué que, dans la prison prussienne, très bien tenue, de Naugard, le maximum de la mortalité arrive dans la deuxième année de détention. La léthalité *phthisique* croît comme la durée de la détention (Sichart).

Il va sans dire que la *morbidité* est également élevée dans les prisons. En France, de 1872 à 1875, il y avait 6778 prisonniers malades contre 12272 valides. A Plötzensée (Baer), il y en a toujours 28 p. 100 environ qu'il faut exempter d'une partie du travail. Mais, ce qu'il convient de noter, c'est la facilité avec laquelle la première maladie qui atteint le détenu devient grave ou même mortelle. « La peine qu'il subit, dit le pasteur Rommel, coûte à chaque détenu une fraction de son existence, et la vie à beaucoup d'entre eux; sa détention est un suicide lent. »

Les maladies auxquelles succombent les prisonniers sont la scrofulose, la tuberculose, l'entérite, la diarrhée, l'œdème, l'hydrémie, « cachexie des prisons » (Paul, Chipier), sans parler des infectieuses qui, une fois implantées dans le milieu carcéraire, y exercent leurs ravages de la façon la plus cruelle.

2° Conditions d'hygiène des prisons.

L'abri. — Beaucoup de prisons, *maisons d'arrêt*, *de justice*, *de correction*, *de réclusion*, sont en pleine ville, gênent matériellement et moralement les habitations voisines et luttent elles-mêmes contre l'impossibilité de s'étendre, en opérant, dans leur intérieur, ces « merveilles de cloisonnement », dont parle Léon Colin, et en s'efforçant de construire quelques petites maisons dans la première. On arrive ainsi à rendre l'aération impossible. Le rapporteur du *Conseil d'hygiène de la Seine* a donc eu raison de conseiller l'abandon des vieux immeubles pénitentiaires intra-urbains et l'édifi-

cation des nouveaux en dehors de la ville. La prison de Plötzensée (Berlin) satisfait à cette règle ; celle de Moabit est seulement périphérique.

Les règles générales de l'*hygiène des habitations* sont applicables aux prisons.

Au point de vue du *cubage de place*, on exige en Allemagne, au moins 10^{m3} par individu dans les dortoirs communs, 8^{m3} dans les ateliers et 24^{m3} dans les cellules où le détenu doit passer le jour et la nuit. A Plötzensée, le dortoir commun des adultes a $19^{m3},75$ d'espace et une surface de $4^{mq},52$ par lit ; les cellules d'adultes ont 28 à 29 mètres cubes ($2,18 \times 4,10 \times 3,15$); celles des jeunes détenus, $26^{m3},46$ à $27^{m3},32$. Stevens, en Belgique, demande pour les cellules les dimensions suivantes : $4 \times 2,50 \times 3 = 30$ mètres cubes. C'est le chiffre réglementaire en France (*Décision ministérielle pour l'exécution de la loi du 5 juin* 1875).

Il doit y avoir des fenêtres donnant accès à l'air et à la lumière ; elles seront hautes, larges et nombreuses, dans les locaux communs; dans les cellules, il y aura au moins une fenêtre d'un mètre carré de surface, pouvant être ouverte partiellement ou en totalité. En Belgique, on donne à la fenêtre $1^m,10$ de large et $0^m,70$ de haut; en France, $1^m,20$ sur $0^m,70$. Elle est garnie de barreaux. A Plötzensée, les vitres sont fixées à des barreaux de fer verticaux, espacés de $0^m,14$, qui rendent inutile tout autre grillage.

Les moyens simples de *ventilation* doivent toujours être utilisés dans les prisons; ainsi, l'ouverture des portes et des fenêtres, dans les ateliers, dortoirs et cellules, toutes les fois que les détenus ont quitté le local. Mais c'est à ces grands établissements que s'appliquent au mieux les appareils d'appel, thermique ou mécanique, dont nous avons parlé (p. 594 et suiv.), ou de propulsion (Plötzensée).

Le *chauffage* est avantageusement obtenu par la circulation d'eau, comme à Plötzensée, ou de vapeur, comme à la prison de Nanterre (p. 657).

Les systèmes de *latrines à eau*, que nous avons recommandés, sont aussi ceux qu'il convient d'installer dans les prisons. Toutefois, il est bon de ne laisser aucun robinet d'eau à la disposition des détenus, hors le temps où ils sont surveillés, dans la crainte d'inondations par accident ou par malveillance. Les chasses et lavages devront donc être automatiques. L'évacuation des immondices et leur utilisation sont soumises aux règles connues. A Plötzensée, une petite canalisation spéciale conduit le produit des latrines sur un terrain avoisinant l'établissement; c'est un champ d'irrigation en miniature et qui est, d'ailleurs, un des exemples les plus réussis de la méthode.

Literie des prisons. — En France, le règlement (art. 67) porte que : « le coucher du prisonnier comprend : une couchette en fer, une paillasse ou un matelas, un traversin en paille, une paire de draps, une couverture de coton en été et deux couvertures, dont une de laine, en hiver. » — Quand il est malade, le détenu a droit, en outre, à un oreiller de plumes. — C'est fort satisfaisant. Mais, de temps à autre, l'affluence des prisonniers déborde les ressources en matériel et l'on nous a assuré que, dans quelques maisons d'arrêt, beaucoup d'hôtes en excédent de la population normale couchent

simplement sur de la paille répandue à travers le plancher d'une pièce de la prison.

Vêtement des détenus. — Il importe, chez des individus qui sont sous le coup de diverses causes de dépression, d'aider sérieusement à la calorification par le vêtement, et, par suite, de tenir compte de l'âge et des habitudes antérieures des détenus. Baer estime qu'en dehors de l'uniforme de la prison, on devrait laisser à plusieurs d'entre eux la chemise de laine, le vêtement de dessous, avec lesquels ils sont entrés. Par ailleurs, les vêtements fournis par la prison doivent, comme partout, laisser libres les mouvements respiratoires, protéger particulièrement la poitrine et le ventre et être soumis en temps utile au lavage ou même, s'il y a lieu, à la désinfection.

Propreté corporelle. — Dans toute maison de détention ou de correction, on doit rencontrer une installation de bains. Il ne s'agit pas simplement de propreté individuelle dans l'intérêt de l'atmosphère des locaux, ni d'un moyen de thérapeutique à l'occasion de diverses maladies. Le bain, dans les prisons, doit se proposer d'abord la santé générale des détenus. Comme il est extrêmement difficile de pratiquer d'une façon un peu large le *bain en baignoire*, dans les prisons, c'est au *bain d'aspersion* qu'il faut recourir. Cette méthode, introduite dans l'armée sous une forme ébauchée, par Dunal, a été régularisée à la prison de Rouen par Merry-Delabost, en 1873 (p. 836). Selon Baer, le système est appliqué à la prison de Münster.

L'auteur allemand arrange son texte de telle sorte qu'on lise que Merry-Delabost a « aussi » organisé le bain-douche dans l'établissement dont il est le médecin, c'est-à-dire a été précédé par les hygiénistes de là-bas. Nous allons, au moins, fixer ici le fait que notre compatriote a, le premier, imaginé d'étendre le bain-douche aux détenus des prisons cellulaires, sans faire brèche à ce système pénitentiaire, c'est-à-dire de rendre individuel ce bain, qui, jusqu'à présent, a eu pour caractère d'être donné à plusieurs individus à la fois.

Au sommet du triangle que représente chaque préau cellulaire (fig. 268), serait installée une petite cabine dont la partie supérieure, vitrée, permettrait au gardien de voir, de son poste, si le détenu s'est disposé à recevoir la douche, après en avoir reçu l'ordre. Dans ce poste, se trouveraient les réservoirs d'eau, le foyer pour en chauffer une partie, et un tuyau circulaire partant du réservoir d'eau tiède pour alimenter des tuyaux descendant verticalement par le toit de chaque cellule pour s'y terminer bientôt en pomme d'arrosoir. On comprend aisément comme il serait facile à un surveillant rapidement initié, de donner à tous les détenus présents dans leur préau individuel l'ordre de rentrer dans la cabine, de s'y enfermer et de s'y déshabiller. En maniant convenablement un robinet placé sur le tuyau principal, le gardien administrerait à tous les baigneurs, en cinq minutes, quatre ou cinq douches de quinze à vingt secondes de durée chacune. Les détenus se frotteraient, s'essuieraient, s'habilleraient et seraient reconduits isolément pour faire place à une autre escouade. L'auteur fait remarquer qu'avec les habitudes de la plupart des détenus, le bain-douche de propreté n'est nullement une sensualité qu'on leur accorde; c'est une contrainte de plus.

L'alimentation. — Elle est, fondamentalement, basée sur les principes physiologiques que nous avons établis en leur lieu (Chap. vii). Toutefois, elle semble toujours un peu trop voisine du *strict nécessaire* et ne pas tenir assez compte des variations possibles dans les méthodes et les résultats des chimistes, dans la valeur nutritive des substances alimentaires, dans les aptitudes digestives individuelles. Quand on recherche si exactement le chiffre brut du besoin, il est facile de se trouver souvent au-dessous.

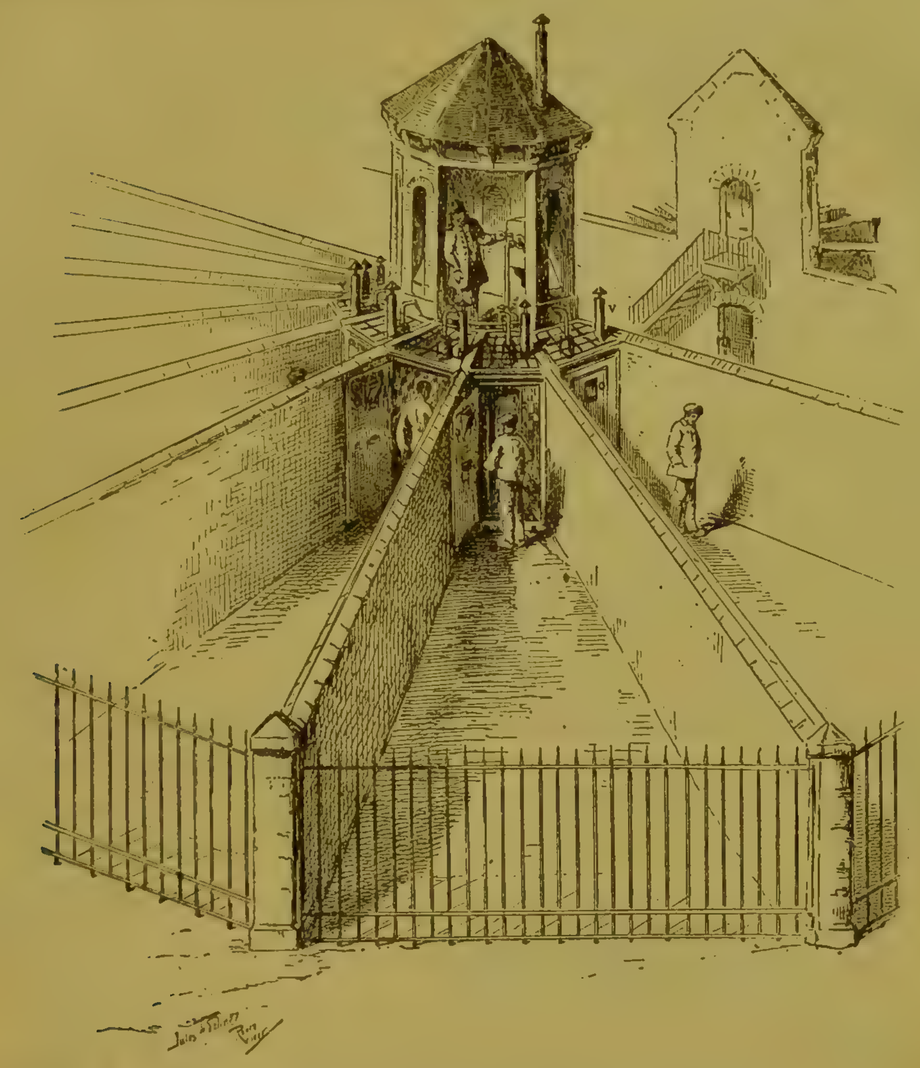


Fig. 268. — *Vue des préaux cellulaires avec installation de bains-douches de propreté dans une cabine placée à l'entrée de chaque préau.*

On a l'habitude, très rationnelle, de distinguer le prisonnier *qui travaille* et celui *qui ne travaille pas*. Celui-ci n'a besoin, dit-on, que de la ration d'entretien. La « ration d'entretien » est représentée, selon de Gasparin, par : azote $12^{gr},5$ et carbone 264 grammes. Voit demande, pour le prisonnier qui ne travaille pas : albumine 85 grammes ; graisse 30 grammes ; amidon 300 grammes ; ce qui est la même ration, un peu renforcée en azote. Or, le règlement français alloue aux prisonniers un régime qui, selon Merry-Delabost, contient $13^{gr},38$ à $14^{gr},22$ d'azote et 314 grammes de carbone,

dans la prison départementale de Rouen, et d'après Hurel, 13gr,89 d'azote avec 318 grammes de carbone, à la maison centrale de Gaillon. Néanmoins, sauf à Rouen, où Merry-Delabost assure qu'on ne voit pas de maladie due à l'alimentation, les prisonniers pâlissent, maigrissent, et tous ceux qui le peuvent se procurent, à la cantine, des aliments supplémentaires.

En France, ce supplément est fourni aux détenus par l'entrepreneur, d'après un tarif et une liste de denrées déterminées, contre remboursement par les détenus eux-mêmes ; ceux *qui travaillent* s'acquittent au moyen de la part du produit de leur travail dont il leur est permis réglementairement de disposer, de même que tout prisonnier ne dispose que de la portion de son pécule que l'administration a fixée. Toutes ces prévisions rendent le régime un peu élastique, sauf qu'il a des chances d'être toujours un peu au-dessous de la moyenne nécessaire à la situation de travail : aussi Merry-Delabost voudrait-il que l'achat de vivres à la cantine cessât d'être facultatif ; « il devrait devenir obligatoire pour tous les détenus travailleurs et la dépense occasionnée par ce supplément de vivres devrait être supportée par le détenu et l'entrepreneur de la prison (ou l'État, lorsque le travail se fait en régie), proportionnellement au profit tiré par chacun d'eux du travail produit. »

On cite volontiers les chiffres de Voit pour le régime moyen du prisonnier adulte : albumine 118 grammes ; graisse 56 ; hydrocarbonés 500 grammes. Cependant, Voit lui-même porte de 118 à 150 grammes le besoin d'albumine dans l'état de travail (p. 857) et les comparaisons de fait reproduites, pages 863 et 864, permettent de regarder comme des limites au-dessous desquelles il ne faut pas être les chiffres de ce régime moyen. Marc d'Espine, Rob. Christison et J.-B. Thomson, D. Maclagan et Naughtan ont contrôlé l'efficacité du régime des prisons de Genève et d'Écosse au moyen des pesées. Nous avons dit (p. 852) que c'est un moyen illusoire ; on peut mourir de faim, tout en étant gras. Le tableau ci-après donne la valeur du régime de quelques prisons d'Allemagne :

	Albumine.	Graisse.	Hydrocarbonés.
Nüremberg (prison cellulaire)	112 gr.	34	525
Munich (maison de correction, travail obligat.)	104	38	521
— (prison sans travail obligatoire)	87	22	305
Waldheim	106	15,2	676
Bruchsal	121	27	599
Plötzensee	117	32	597
Maisons de correction en Prusse (travail obligatoire)	140	35	736
Brandebourg-s.-H. (prison de cercle)	109	34	574

Les proportions d'albumine et de graisse, comme on voit, se rapprochent encore ici du *strict nécessaire*.

En Écosse, d'après les tableaux reproduits par Merry-Delabost, la valeur de la ration alimentaire journalière, dans les prisons, se répartit comme ci-dessous :

	Albuminoïdes.	Hydrocarbonés.
Condamnés à moins de 10 jours de travail obligatoire..	101,30	409,66
— — 60 — .	119,96	505,20
— à plus de 60 j. de trav. obligat. et convicts.	139,96	604,28

Au fond, comme il a été dit, la valeur du régime dépend beaucoup de la nature des matières alimentaires auxquelles sont empruntés les principes. La viande, par exemple, est la meilleure source d'albumine. Or, il est rare que les règlements en accordent plus d'une fois par semaine aux détenus, sauf en Prusse, où, depuis la décision ministérielle de 1874, il doit leur être alloué, trois fois par semaine, 70 grammes de viande de bœuf ou de mouton ou 60 grammes de porc. Le chiffre hebdomadaire de viande est donc de 210 grammes à Plötzensée ; il n'est que de 140 grammes à Nüremberg ; en revanche, il en est distribué 437 grammes dans la prison de Bruchsal. En France, le chiffre réglementaire est de 150 grammes de viande non désossée ; elle est délivrée le dimanche et est employée sous forme de ragoût ou à faire la soupe grasse.

Aliments délivrés pendant une semaine dans les prisons françaises.

ALIMENTS.	SANS POMMES DE TERRE.			ALIMENTS.	AVEC POMMES DE TERRE.		
	POIDS.	COMPOSITION EN			POIDS.	COMPOSITION EN	
		Azote.	Carbone.			Azote.	Carbone.
	gr.	gr.	gr.		gr.	gr.	gr.
Viande 150	120	3,60	13,20	Viande	120	3,60	13,20
Légumes frais	490	1,51	26,95	Légumes frais	490	1,51	26,95
Haricots	300	11,76	129,00	Haricots	90	2,82	38,70
Carottes	20	0,06	1,10	Carottes	20	0,06	1,10
Riz	180	0,08	73,80	Riz	90	0,89	36,90
				Pommes de terre	1200	3,96	132,00
Oseille	120	»	»	Oseille	70	»	»
Purée de légumes	60	2,35	25,80	Puree	60	2,35	25,80
Pois	180	7,03	79,20	Pois	180	7,03	79,20
Graisse	65	»	51,35	Graisse	65	»	51,35
Beurre	15	0,09	12,45	Beurre	15	0,09	12,45
Pain	5950	71,40	1785,00	Pain	5950	71,40	1785,00
Totaux pour une semaine		99,58	2197,85	Totaux pour une semaine		93,71	2202,65
Moyenne par jour		14,22	313,85	Moyenne par jour		13,38	314,66

Les vivres de cantine autorisés et tarifés sont un peu différents pour les condamnés et pour les prévenus. Ceux-ci peuvent avoir du bœuf bouilli ou grillé, des côtelettes, des œufs, du sucre, du vin rouge ; les autres, du pain, du lait, du fromage, du beurre, du cervelas, du ragoût de bœuf, du hareng saur, des salades, des confitures, des fruits, du café et même, sous condition d'une bonne conduite, du vin (30 centilitres), de la bière, du cidre.

Toutes ces conditions s'adoucissent, en cas de maladie.

Les *conserves* interviennent rarement dans le menu des prisonniers ; mais nous devons noter, à cette occasion, que ce groupe est assez volontiers pris pour champ d'expériences par les inventeurs. Ainsi, la *carne pura* a été expérimentée à Plötzensée, et un certain *biscuit à la viande*, proposé comme aliment de réserve pour les soldats en campagne, à la prison de Rouen. Tous deux avec succès. Nous croyons, toutefois, que ce n'est point là que l'on peut trouver les plus sûres garanties.

Le travail.—Il n'est pas utile de noter d'abord que les détenus ont parti-

culièrement besoin de faire du mouvement à l'air libre, tous les jours. On fait promener dans son préau individuel le détenu de la prison cellulaire; il y trouve même quelques agrès simples, pour y faire un peu de gymnastique, comme l'ont conseillé Euler, Hicking, etc.

Quant au travail obligatoire, les peuples modernes perdent peu à peu l'habitude d'employer les condamnés à dessécher les marais pestilentiels ou à exploiter les mines d'arsenic ou de mercure. La vieille Angleterre, seule, a conservé quelques appareils à l'aide desquels le condamné dépense ses forces à accomplir péniblement un travail, dont ce tourment même est le principal but; encore commence-t-elle à y renoncer.

En Allemagne et en France (Plötzensée, maison de réclusion de Melun, pénitentiers militaires, etc.), les règlements veulent qu'on applique les détenus, suivant leur force, leur âge, leurs aptitudes et même, jusqu'à un certain point, suivant leur désir, à des travaux qui ne présentent pas de dangers particuliers pour la santé et aussi variés que les entrepreneurs peuvent les demander. Ce travail est moralisateur en même temps que salubre, puisque les condamnés reçoivent une part du produit de leur travail, s'en servent pour améliorer leur régime et gardent encore un petit pécule pour le moment de leur libération. Ces travaux comportent des ateliers couverts, qu'il faut, naturellement, aérer en raison de leur grande population, et n'exigent pas une grande dépense de force. A Plötzensée, nous avons vu accomplir des merveilles de marquetterie, d'ébénisterie, fabriquer des fleurs artificielles d'une finesse idéale. A Melun, on pratique l'emboutissage, la brasserie, la quincaillerie, la vannerie, l'imprimerie, le tissage, la confection d'habits, etc. Le règlement prussien fixe la durée du travail à dix heures en hiver et onze heures en été. En France, on a onze à douze heures d'atelier en quatre reprises. Il n'y a pas de travail le dimanche.

Les punitions. — Nous n'inscrivons ce titre que pour appeler l'attention des hygiénistes et des médecins des prisons sur les dangers d'une punition encore assez fréquemment appliquée : la diminution de la constitution du régime et surtout la réduction *au pain et à l'eau* pendant plusieurs jours consécutifs. Le régime du pain et de l'eau équivaut à une condamnation à mort, à exécution lente. Les coups de bâton, supprimés dans nos mœurs, sont plus humains.

Soins en cas de maladie. — Toutes les prisons ont un médecin et une *infirmerie*. On est obligé de se servir de celle-ci avec discrétion, la simulation et le mensonge étant la spécialité par excellence des hôtes des établissements pénitentiaires. Mais le médecin a une foule d'occasions d'intervenir dans le fonctionnement du mécanisme social que ces établissements représentent: par son influence morale, bien entendu, et par ses conseils.

3° Les systèmes pénitentiaires.

Il existe aujourd'hui plusieurs variétés dans le mode de priver quelqu'un de sa liberté, à titre d'expiation publique.

La détention en commun. — Les détenus passent la nuit dans un dortoir collectif et travaillent ensemble, de jour. On sépare seulement les femmes et les enfants, au moins la nuit. Ce système, encore en vigueur sur beaucoup de points, n'atteint en aucune façon, comme on le comprend, le but moralisateur que doit avoir l'emprisonnement.

Le système d'Auburn. — Il consiste dans l'isolement cellulaire pendant la nuit combiné avec le travail en commun, mais en silence, pendant le jour. Il a été méthodiquement appliqué pour la première fois à Auburn (New-York). Le point difficile à obtenir, parce qu'il est contre nature, c'est le silence absolu, qui caractérise justement le système. Il ne sert qu'à multiplier les punitions et n'empêche pas, comme on le croyait, les individus vicieux de s'entendre dès que les prisonniers sont réunis pour le travail, ainsi que l'expérience en a été faite en Angleterre, en France, en Hollande, en Autriche, etc.

Système des classes. — On a cru, à Genève, à Saint-Gall, en Angleterre, obtenir plus aisément le silence absolu et l'amélioration progressive des condamnés en les répartissant en un certain nombre de classes ou divisions, graduées d'après les mérites relatifs des individus qui les composent, leur degré d'amendement, etc. Ces classes peuvent avoir des relations entre elles, et les individus de chacune monter ou descendre dans une autre, selon qu'ils ont moralement gagné ou perdu. Chose remarquable, on ne parvient pas à trouver suffisamment de raisons de placer les clients dans une classe supérieure plutôt que dans l'inférieure et, néanmoins, pour tirer quelque résultat de la méthode, il faudrait multiplier indéfiniment les groupes, afin d'en amoindrir l'effectif.

Système cellulaire (de Philadelphie, de Pensylvanie). — L'idée de séparer, nuit et jour, les détenus en cellules individuelles a été introduite dans les lois, à Philadelphie, par les quakers, en 1790. Le coupable devait n'avoir que de rares rapports même avec son gardien et passer son temps à lire les saintes Écritures et à rentrer en lui-même. Il ne travaillait pas. Aujourd'hui, les principes du début ont fléchi et l'on a régularisé les entrevues des détenus, non entre eux, mais avec d'honnêtes gens, les surveillants, les inspecteurs, les maîtres de l'enseignement, le prêtre, le médecin.

L'emprisonnement cellulaire a été bien discuté. Il nous paraît moralement très supérieur à tout autre et favorise certainement l'amélioration du détenu chez qui il reste quelque ressource, sans cesser d'être une lourde peine aux corrompus définitifs.

Sous le rapport de la morbidité et de la mortalité dans les prisons, bien que les situations soient difficilement comparables, Baer trouve généralement que la supériorité appartient au système cellulaire. Dans la division cellulaire d'adultes à Plötzensée, la mortalité annuelle de 1877 à 1880 a été de 1,3 p. 100 de la population totale; le chiffre journalier des malades 0,88 p. 100. La situation est encore très favorable à Lœwen (Belgique), en Hollande, Vridslœselille (Danemark), à Christiania, à Bruchsal (mortalité 1,41 p. 100), à Moabit (1,43), à Oslebshausen (Brême). Il est clair que la claustration cellulaire n'est pas favorable à l'échange des contages et à la diffusion des épidémies; le système a coupé court aux épidémies carcéraires de typhus, de choléra, de variole. Il a paru que les *affections mentales* sont plus fréquentes avec le système cellulaire; Baer estime qu'il y a là une sorte d'illusion; les troubles cérébraux sont plus aisément remarqués chez les individus en cellule, que l'on voit tous les jours, un à un, et moins dans les foules de la prison en commun, surtout si la règle du silence y est imposée. Cependant, les individus prédisposés, fort communs parmi les criminels, sont assez aisé-

ment précipités dans la folie par le régime cellulaire. Il est bon d'en détourner ceux chez qui se révèlent les signes avant-coureurs des perturbations mentales. La façon dont on applique ce principe rend compte des différences observées dans les proportions d'aliénés selon les établissements. Tandis qu'à Pentonville (1843-1858), on avait 1,07 cas de folie p. 100 détenus, on n'en comptait aucun à Glasgow (1825-1844). En France, on a observé de 1866 à 1870, dans les *maisons centrales*, 0,3 aliénés p. 100; tandis que Mazas offre (1850-1873) 1,9 p. 100; La Roquette (*jeunes détenus*), 0,3 p. 100; la Santé (1867-1873), 0,8 p. 100. A Lœwen, la proportion n'est que de 0,2 p. 100. A Plötzensée, Baer compte en cinq ans (1877-1881), 41 cas d'aliénations sur 1,738 détenus cellulaires (adultes hommes), soit 2,34 p. 100, sur lesquels 33 ont guéri à l'établissement et 7 ont été placés dans un asile. Enfin, il n'est pas démontré que, dans les prisons cellulaires convenablement tenues, le *suicide* soit plus fréquent que dans la détention en commun. A Moabit, 0,71 suicides p. 100: dans les prisons en commun de Prusse, de 0,74 à 1,39 suicides p. 100 détenus. A Mazas, 0,3 p. 100; la Roquette, 0,09; la Santé, 0,02; Lœwen, 0,2 suicides p. 100 individus.

Toutefois, il est certain qu'on doit approfondir les dispositions individuelles et ne pas appliquer la cellule aux épileptiques, aux individus en puissance de phthisie, d'une maladie de cœur, aux vieillards. Les femmes la supportent moins bien que les hommes, au point de vue des conséquences d'ordre nerveux, bien qu'elles la tolèrent pour le reste et qu'elle leur rende au moins autant de services qu'à l'autre sexe. Les jeunes gens (de 12 à 17 ans) n'en éprouvent pas de troubles physiques ou moraux particuliers, ainsi que le prouve la pratique de La Roquette, de Parkhorst, de Plötzensée, quoique la plupart des détenus de cet âge proviennent du milieu énervant des villes. Cependant, au point de vue de l'éducation, Baer préfère avec raison les colonies agricoles de Mettray (France), de Horn, près de Hambourg, de Ruysfelde (Belgique).

D'ailleurs, les lois de chaque pays ont sagement fait de limiter le temps de la détention et spécialement celui de l'incarcération cellulaire. On arrive même à remettre en liberté provisoire, avant l'expiration de leur peine, les détenus qui ont eu une conduite irréprochable pendant leur détention.

Système progressif ou irlandais. — Il est dû à sir Walter Crofton, inspecteur général des prisons d'Irlande, et a pour principe d'associer le condamné lui-même au but moralisateur de la peine qui lui a été infligée, de lui faire conquérir des situations de moins en moins dures jusqu'à ce qu'il arrive en quelque sorte à mériter la liberté et, surtout, à être capable d'en user honnêtement. On le place d'abord pendant neuf mois à Mountjoy, au nord de Dublin, avec une nourriture chétive et un travail monotone, pour lui faire comprendre ce que peut être le châtiment qu'il a encouru. Puis, il passe à Spika-Island, une petite île, où les détenus travaillent en commun et sont isolés la nuit; ils travaillent à la terre, font des terrassements et sont partagés, par rang de mérite, en quatre classes. Le troisième stade est une *détention intermédiaire* (*intermediate Prison*), caractéristique du système; les condamnés sont internés à Dublin, à Smithfield, à Lusk-Common, et jouissent d'une grande somme de liberté; ils travaillent sans surveillance, ne portent pas d'uniforme et ont des relations avec le dehors, pour s'habituer à reprendre commerce avec la société. Si le condamné a traversé cette épreuve avec succès, il reçoit son acte de libération et reste seulement sous la surveillance de la police jusqu'à l'expiration du temps que devait durer la peine à laquelle il était condamné. On peut discuter ce système au point de vue social et technique; mais pour l'hygiène, il est excellent et se répand déjà.

La déportation. — Elle s'applique aux individus dont la condamnation comporterait une incarcération de longue durée. L'Angleterre en a donné l'exemple, il y a un siècle et demi, en transportant ses convicts en Amérique et en Australie. En France, elle a remplacé les bagnes (Cayenne, Nouvelle-Calédonie). Au point de vue de la colonisation, le système n'a donné, nulle part, les résultats qu'on en espérait; au point de vue moral, il n'a pas été plus heureux; en ce qui concerne l'hygiène, il a l'avantage d'abréger ou même de supprimer la réclusion entre des murailles; malheureusement, il y a eu trop souvent une large et meurtrière compensation à ce bénéfice dans la mauvaise appropriation et l'encombrement des navires servant au transport des condamnés et, surtout, dans l'insalubrité des pays choisis pour lieu de déportation. L'Angleterre renonce au procédé et le remplace par la servitude pénale (*Penal servitute*). L'application de la loi française sur les *récidivistes* donnera lieu à une nouvelle forme de l'expérience.

Bibliographie. — Baer (A.). *Gefängniss Hygiene* (Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten von Pettenkofer und Ziemssen, II, 2, p. 91, 1882). — *Erläuterungen zu dem Modell und den Plänen des Strafgefängnisses bei Berlin zu Plötzensee.* Berlin, 1882. — Mercier. *De l'étiologie du scorbut dans les prisons.* Thèse de Paris, 1884. — Lancereaux (E.). *Le scorbut des prisons du département de la Seine* (Annal. d'hyg. publ., XIII, p. 296, 1885). — Wintzingerode-Knorr (L.-V.). *Die deutschen Arbeitshäuser*, 1885. — Volkmann, (M.). *Strafanstalten. Besserungsanstalten* (Bericht über die Allgem. deutsch. Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene Berlin, I, p. 377. Breslau, 1885). — Merry-Delabost, *L'alimentation des détenus. Expériences faites à la prison de Rouen sur un biscuit à la viande proposé comme aliment de réserve pour les soldats en campagne* (Rev. d'hyg., IX, p. 280, 1887). — Colin (Léon). *Rapport sur les conditions hygiéniques des immeubles départementaux affectés aux prisons de la Seine* (Trav. du Conseil d'hygiène de la Seine, 1887). — Holtzendorff (V.) und Jageman (V.), *Handbuch des Gefängnisswesens*, I, 1887. — Aschrott. *Strafsystem und Gefängnisswesen in England.* Berlin und Leipzig, 1887. — Merry-Delabost. *Bains-douches de propreté. Leur application dans les prisons cellulaires* (Bull. Soc. générale des prisons. Melun, 1888).

ARTICLE IX

LES MALADES ET LES MALADIES.

Il ne serait pas juste de dire que l'hygiène est l'auxiliaire de la thérapeutique médicale ou chirurgicale. La vérité est qu'elle les domine l'une et l'autre. Le siècle actuel n'est peut-être pas le premier à le reconnaître; mais on lui rendra cette justice qu'il a eu le sens et le courage d'aller plus loin que la formule platonique d'un dogme. Les médecins savent très bien qu'il n'est pas de méthode curative, pas d'agent pharmaceutique, pas d'habileté personnelle dans le maniement des drogues, qui ait la moindre chance de succès (je ne parle pas des succès *malgré* le traitement), si l'hygiène n'a passé par là d'abord, c'est-à-dire si les conditions de *milieu* et de *terrain* (le patient) ne rendent l'économie du malade capable de répondre aux appels que lui fait la thérapeutique. Encore un peu, ils arriveront à penser qu'avec un milieu favorable, en entretenant les propriétés du terrain et en lui restituant celles qu'il a perdues, la thérapeutique peut atteindre à une simplicité extrême. Les chirurgiens, de même, et ils ont été les premiers à le proclamer, savent que leur art n'est pas uniquement de la sculpture et que ce n'est rien d'être un couteau savant et hardi, si leurs tentatives ne s'accomplissent dans les conditions que réclame l'hygiène et que ne verrait pas l'opérateur obstinément plongé dans la contemplation de la lésion locale, osseuse, articulaire, viscérale ou autre. C'est pourquoi, médecins et chirurgiens ont réclamé, de notre temps, la réforme des constructions hospitalières, la création d'asiles extra-urbains, en plein air

rural, au bord de la mer, en pays de montagnes, l'extension des mesures de propreté générale ou individuelle, le secours des désinfectants, l'isolement des contagieux, la réprobation de l'amoncellement des malades, le développement de l'assistance à domicile, etc. Tel est le juste hommage rendu à l'hygiène par nos contemporains.

Les considérations d'hygiène que suscite le « groupe des malades » nous ont paru pouvoir se diviser de la façon suivante :

1° *Le malade étudié pour lui-même.* A. Malade privé, soigné à domicile : B. Malade incorporé à une collection. Hôpitaux.

2° *Le malade envisagé dans ses influences sur les individus sains :* Isolement des maladies contagieuses. Prophylaxie des épidémies. (Il peut se faire que le malade, à ce point de vue, n'appartienne pas à l'espèce humaine et que l'épidémie à éviter soit une *Zoonose.*)

1° Le malade à domicile.

Toutes les règles de l'hygiène générale, loin de fléchir en quoi que ce soit, deviennent d'une application plus rigoureuse, lorsqu'il y a un malade dans une maison particulière. On doit lui consacrer la pièce la plus salubre, la mieux exposée, la plus facile à aérer, la plus indifférente aux émanations du sol, des cuisines, des latrines. On tiendra compte, dans le cube permanent et dans le renouvellement de l'air, des personnes qui veillent le patient et de celles qui lui font visite. C'est, du reste, une raison pour supprimer ces visites, qui fatiguent le malade, usent son atmosphère, sans lui rendre des services à proportion. Il est, de même, inutile et fâcheux que tous les membres de la famille l'entourent à la fois ; c'est ainsi que l'empressement aveugle des premiers jours fait place au surmenage de tout le monde, si la maladie se prolonge, et que le malade, qui a été trop soigné au début, ne l'est plus du tout à la fin.

L'aération de la chambre devra se faire trois ou quatre fois par jour, pendant quinze à vingt minutes chaque fois, et davantage si le temps est clément, par l'ouverture très large des fenêtres qui donnent à l'extérieur. Ouvrir la porte qui donne sur un corridor ou sur une autre pièce est un palliatif médiocre ; il faut que la saison soit bien mauvaise pour qu'un médecin pénétré des nécessités de l'hygiène se contente de cet expédient. Quelle que soit la nature de l'affection, s'agit-il d'une fièvre éruptive ou d'une maladie aiguë de poitrine, il n'y a rien qui dispense du renouvellement de l'air de la chambre du malade. Cela ne veut pas dire qu'il soit indifférent de refroidir le malade lui-même ; mais il est facile d'éluder ce péril, soit en affectant deux pièces et deux lits au patient, soit, plus simplement, en le couvrant exactement, en lui protégeant la face et l'orifice des voies aériennes par quelques doubles de gaze, pendant l'opération du renouvellement de l'air. Au fond, ce danger est bien moindre qu'on ne se le figure et, surtout, que celui du méphitisme.

D'ailleurs, il est bon de réagir contre le préjugé en vertu duquel l'entourage fait tout son possible pour surchauffer encore un patient qui est déjà en état d'hyperthermie fébrile. Le lit sera agréable sans être échauffant.

Une propreté minutieuse sera entretenue sur la personne et dans la chambre du malade ; son linge sera changé, dès que les excrétions ou la sueur l'auront imprégné; les selles et les urines ne séjourneront pas dans son voisinage ; on n'y entretiendra pas de foyer d'émanations, tisanes, cataplasmes, etc. La désinfection des linges et des excrétions sera pratiquée en même temps que leur éloignement, s'il s'agit d'une affection spécifique.

Dans les conditions ordinaires, les individus sains ne gagnent rien à respirer l'air des malades et l'altèrent pour leur compte; lorsqu'il s'agit d'une affection contagieuse, on proscrira le séjour, dans la pièce, des individus jeunes ou à qui une atteinte antérieure n'a pas conféré l'immunité. Il est élémentaire de fermer la chambre d'un *typhoïsant* aux jeunes gens, s'ils n'ont pas encore eu la fièvre typhoïde.

On n'obsèdera pas le patient de soins inutiles, superflus, qui, le plus souvent, lui sont odieux. Le vulgaire attache à la consommation abondante de tisanes tièdes et fades une importance qui tourne à la tyrannie auprès des malades. Si l'administration du bouillon, du café, du vin, n'était déjà de la thérapeutique, nous indiquerions volontiers ces boissons comme une suppléance avantageuse aux infusions d'herbes, même, ou surtout, dans les maladies aiguës.

Lorsque la maladie paraît entrer en résolution, il ne faut pas, de parti pris, maintenir la diète d'aliments non plus que chercher à hâter le relèvement des forces par une alimentation prématurée. Les écoles médicales ont bien obscurci ce point si simple : *le malade qui ne peut pas manger n'en a pas envie*, — et *réciproquement*. Il n'y a pas autre chose à consulter que les dispositions du malade. Il est pourtant quelques restrictions à apporter à cette formule. Certains convalescents ont les fonctions digestives en quelques sorte stupéfiées par l'affection dont ils ont souffert, leur estomac ne demande pas et il est nécessaire de le provoquer à la reprise de son fonctionnement normal en lui donnant des aliments à petites doses, d'élaboration facile, jusqu'à ce qu'il recouvre sa spontanéité. D'autres éprouvent une faim très réelle, mais n'ont pas une activité digestive en rapport avec l'intensité du besoin, ou même ont spécialement été atteints dans le tube digestif (diarrhée, dysenterie, fièvre typhoïde) ; on ne restera point sourd à leurs sollicitations, mais on les alimentera avec une progression prudente, en choisissant des aliments très nutritifs sous un petit volume, n'entraînant pas un labeur énergique des organes digestifs et, en particulier, n'exposant pas l'intestin à charrier des débris inattaqués, mécaniquement offensifs. Les potages, les fécules, bouillies, panades, les œufs, les viandes tendres, peu cuites ou même crues et hachées, rendent en ces occasions de remarquables services. Le jus de viande n'a pas les propriétés nutritives que l'on croit.

Surtout, que le médecin sache prendre la direction du régime et de toute l'hygiène de son malade, aussi bien que du traitement. Les malades, dans leur famille, courent souvent un danger qui paraissait très inattendu : celui de mourir pour avoir été trop soignés, — en dehors du médecin, cela va sans dire.

2° Le malade à l'hôpital.

On peut comprendre, dans l'hygiène hospitalière, un certain nombre d'établissements de destination un peu différente : *hôpitaux généraux*, hôpitaux d'*enfants*, *maternités*, asiles de *vieillards*, d'*aliénés*, de *convalescents*, hôpitaux *militaires*, hôpitaux *spéciaux* (syphilitiques, varioleux, etc.). Cette distinction n'est, du reste, pas réalisée la plupart du temps dans la pratique, et même à Paris, où se trouvent le plus grand nombre des hôpitaux spéciaux de France, il n'est pas rare de rencontrer, dans quelques hôpitaux excentriques, des salles d'enfants, une petite maternité, un compartiment de contagieux, à côté des locaux où sont recueillies les maladies communes.

A part de rares exceptions, les hôpitaux sont propriété publique et régis par l'Assistance départementale ou municipale. Pour être une aumône, ou plutôt parce qu'elle est une aumône, l'assistance hospitalière ne doit pas moins être conforme au respect de la dignité humaine; c'est en quelque sorte l'accomplissement d'un devoir social, une atténuation à l'inégalité des conditions, un témoignage de la solidarité qui doit unir tous les représentants de notre espèce. Elle doit donc s'exercer de telle façon que les pauvres et les souffrants en reçoivent des soins efficaces et non une diminution de leurs chances de survie. On a cru dans un temps qu'il était bien d'avoir des hôpitaux énormes et d'y abriter le plus grand nombre possible de malades, dût l'entassement entraîner une mortalité effroyable. Ces désastreux principes sont, aujourd'hui, condamnés sans retour; malheureusement, l'application n'exprime pas encore assez la doctrine nouvelle.

Les hôpitaux. — *Emplacement et construction.* — Il est à désirer que les hôpitaux s'élèvent dans la zone absolument périphérique des villes, puisque l'on ne peut éloigner tout à fait du reste des habitations un asile qui doit s'ouvrir à toute heure à quelqu'un des habitants mêmes de la ville, et que, d'autre part, on ne doit pas entraver à l'excès les communications des malades avec leurs parents, restés à la besogne journalière. Dans les capitales de la taille de Paris, il est même difficile de ne pas tolérer un hôpital tout à fait central; mais, au moins, doit-il être en terrain dégagé, à distance des hautes bâtisses et ne compromettant pas lui-même la salubrité du quartier.

Nous avons été frappé, comme d'autres médecins français, dans notre visite à Berlin, de trouver les *Cliniques* toutes neuves de la jeune Université installées en pleine ville, étouffant entre les bâtisses voisines et, faute de surface, s'ingéniant à se suffire par la superposition des locaux et le compartimentage. Nous avons, comme Bergmann et Schröder, la plus grande confiance dans les procédés antiseptiques, appliqués aux murailles, aux planchers, aux médecins, aux instruments. Cependant notre hygiène ne peut se débarrasser des souvenirs de son éducation première et nous ne pouvons perdre notre ancienne confiance dans les mérites de l'air libre, neuf ou revivifié naturellement, venant de la campagne plutôt que d'une métropole : les baraques de Moabit, dans un quartier encore excentrique, entourées d'espace; l'hôpital municipal de Friedrichshain, avec des pavillons disséminés au milieu d'un parc; l'hôpital militaire de Tempelhof, à 3 kilomètres de Berlin, nous ont paru bien supérieurs.

En France, on recherche la périphérie des villes pour y installer les hôpitaux de nouvelle création : l'hôpital Bichat et les hôpitaux d'isolement de la banlieue, à Paris; le nouvel hôpital Saint-Éloi, de Montpellier, à 500 mètres des dernières maisons du faubourg Bourdonnet ; l'hôpital de Saint-Denis ; l'hôpital du Havre (1885), sur le versant sud de la côte d'Ingouville, l'hôpital de Nancy ; l'hôpital qu'Anvers bâtit sur les plans assez bizarres présentés par Baeckelman en 1875. C'est dans les faubourgs ou à la campagne que le terrain est le plus facile à trouver et le moins cher; or, les établissements hospitaliers modernes ont besoin de surface.

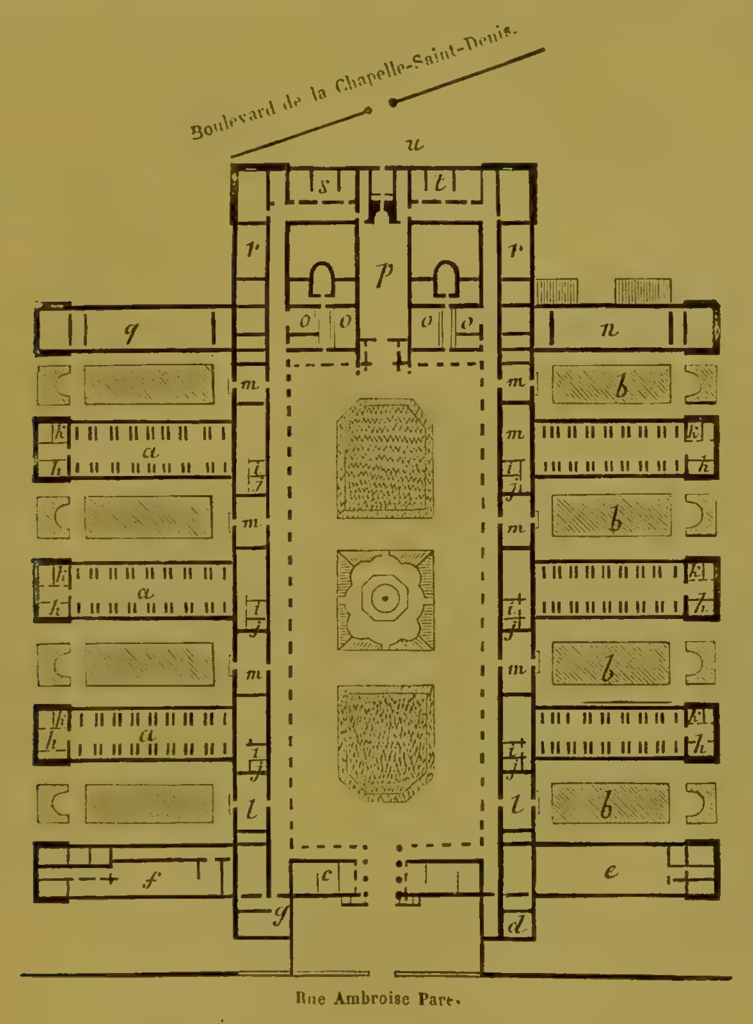


Fig. 269. — *Hôpital Lariboisière* (Paris) (*).

En effet, on abandonne le mode architectural massif, et le genre monumental dont l'Hôtel-Dieu de Paris, La Charité (Sainte-Eugénie) de Lille, sont les plus beaux types et, sans doute, les derniers; on n'y retrouvait

(*) Plan du rez-de-chaussée. — *a*. Salle des malades. — *b*. Préau des malades. — *c*. Bureaux de la direction. — *d*. Consultations externes. — *e*. Réfectoire des gens de service, cuisine générale et ses dépendances. — *f*. Pharmacie, cabinet du pharmacien, dépendance de la pharmacie. — *g*. Vestiaire des médecins. — *h*. Malades agités. — *i*. Cabinet de la sœur. — *j*. Office. — *k*. Dépôt de linge sale et lieux d'aisance des malades. — *n*. Communauté. — *o*. Bains. — *p*. Chapelle. — *q*. Buanderie et dépendances. — *r*. Salle d'opérations. — *s*. Salle des morts et d'autopsie. — *t*. Vestiaire. — *u*. Cour des convois.
Échelle de 0m,0005 pour un mètre = 1/2000.

pas en aération et en bénéfices réels pour la guérison des malades ou blessés les sommes énormes que coûtait ce luxe mal compris. L'hôpital Lariboisière, de Paris (fig. 269), révèle déjà le besoin de la fragmentation des bâtisses hospitalières ; mais l'on conservait la superposition des étages et l'union matérielle de l'ensemble, plus agréable aux infirmiers qu'utile aux malades. Notre époque a rompu avec ces traditions. Le type moderne est l'*hôpital fragmenté*, composé de *pavillons* sans étages, — ou tout au plus avec un étage qui, parfois, ne règne pas sur toute la longueur du bâtiment, — et qui ne sont réunis que par une galerie couverte ou même par un simple trottoir ou une allée sablée.

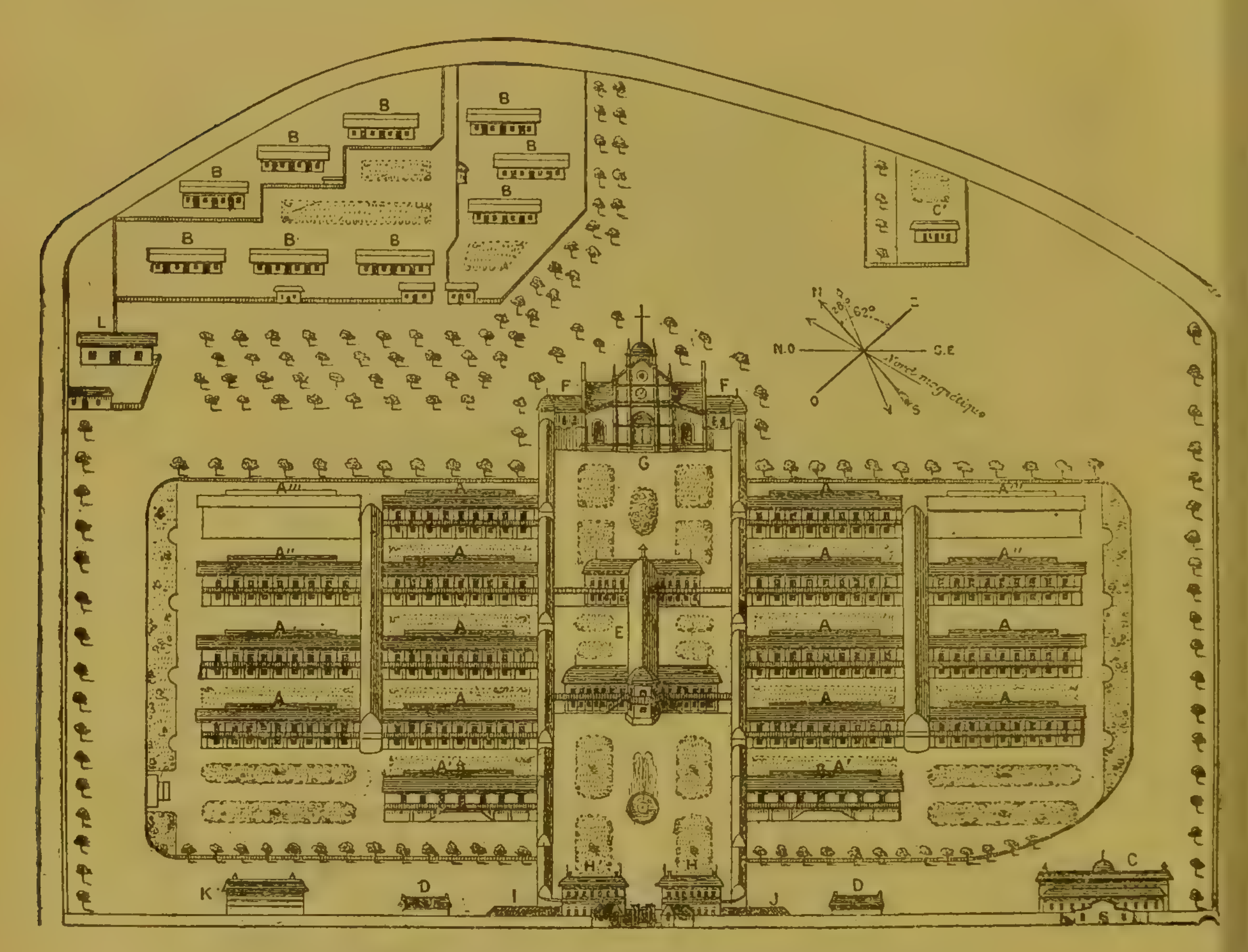


Fig. 270. — *Hôpital de Montpellier* (système Tollet) (*).

L'hôpital américain *Boston free Hospital*, décrit par Sarazin, était évidemment une réalisation de l'idée nouvelle. L'hôpital militaire de Bourges et la plupart des hôpitaux de construction récente, qui viennent d'être nommés, en sont d'autres remarquables applications. Les principes posés par Tollet, en matière d'habitations collectives, ont puissamment contribué à propager le système et à le rendre praticable. Le nouvel

(*) A. Pavillon de malades. — A'. Pavillon de payants. — A''. Pavillon de rechange. — A'''. Pavillon à construire en cas d'extension de l'hôpital. — B. Contagieux. — C. Maternité. — C'. Infirmerie de la maternité. — D. Malades à observer. — E. Services généraux. — F. Communauté et lingerie centrale. — G. Chapelle. H. Direction. — H'. Économat. — I. Magasin. — J. Remise et écurie. — K. Buanderie et séchoir à l'air libre. — L. Amphithéâtre.

hôpital de Montpellier (fig. 270) a été construit par cet architecte, secondé par le professeur Bertin-Sans. L'hôpital de Saint-Denis, bâti par l'architecte Laynaud, a suivi les mêmes principes légèrement modifiés, de même que l'hôpital du Havre, confié à l'architecte Léon David.

Les pavillons, les *blocks*, les baraques, sont disposés de diverse façon, suivant les ressources du terrain. A Bourges, il y a deux rangs de six pavillons chacun ; les pavillons sont l'un derrière l'autre, à une distance de 15 mètres, avec 56 mètres d'intervalle entre les deux rangées. Les baraques de Moabit sont disposées perpendiculairement à une ligne qui représenterait un fer à cheval très allongé. A Montpellier, comme on le voit dans la figure, les pavillons sont par rangs de quatre, parallèles et successifs; les extrémités en regard ne se touchent pas. On pourrait les disposer en quinconce; ceux de l'hôpital du Havre sont dans un ordre un peu irrégulier. Ce point n'a pas d'autre importance que de favoriser plus ou moins le service.

Comme nous le disions, ce système exige de la surface, 100 mètres carrés par lit, en moyenne. Le prix des bâtisses, non compris le terrain, ne doit pas être sensiblement au-dessus de 2,000 francs pour une ville moyenne. Vallin est justement étonné que l'hôpital du Havre ait coûté 6,000 francs par lit.

Construction des pavillons. — Nous construisons, en France, tous nos pavillons à une certaine hauteur au-dessus du sol. Tantôt le soubassement est simplement rempli de gravois ou de scories ; tantôt, il constitue un véritable sous-sol, comme au Havre, où il a 3 mètres de hauteur et renferme des promenoirs et divers services. C'est dans le cas où ils reposent sur une excavation que les pavillons, à Tempelhof, se nomment *blocks*. Ils ont la forme rectangulaire, sauf à Anvers où on leur a donné la forme circulaire, imaginée par Baeckelmans et préconisée par John Marshall et Saxon Snell, laquelle, évidemment, supprime beaucoup d'angles (il ne faudra pourtant pas mettre, un jour, les malades dans une sphère creuse). En général, ils n'ont qu'un étage habité. C'est la perfection ; mais cela tient infiniment de place et complique le service. Nous admettons volontiers que l'on ménage un sous-sol habitable, ne servant qu'à un séjour temporaire et diurne, et même que l'on ait deux étages de salles, comme en quelques blocks de Tempelhof. Le grand inconvénient des deux étages étant les échanges d'atmosphère, si l'on supprime ceux-ci par un plafond imperméable, par des paliers fermés et une cage d'escalier ventilée pour son propre compte, la salubrité de l'un ou de l'autre étage ne sera pas sérieusement compromise.

L'entrée par une des extrémités du pavillon nous semble préférable au palier intermédiaire aux deux moitiés de la bâtisse; ce palier peut être un réservoir d'air suspect. De même les dépendances nécessaires de chaque pavillon sont mieux aux extrémités qu'au milieu. Cette disposition permet, en outre, de ménager, à l'une des extrémités, le local de jour (*Tagraum*) et la *loggia* ou terrasse couverte, que l'on voit communément aux pavillons hospitaliers d'Allemagne.

Les cliniques de Berlin ont certains étages de leurs pavillons divisés longi-

tudinalement par une cloison, qui ménage d'un côté un corridor et, de l'autre, de petites salles à 2, 4, 8 lits s'ouvrant sur ce corridor. Cette pratique est peut-être la meilleure pour les grands blessés et les accouchées, pourvu que le corridor soit ventilé soigneusement.

Les *dimensions* des pavillons peuvent varier selon le nombre des lits qu'on y mettra et, par suite, selon le genre de malades que l'on doit y traiter. Les vénériens, par exemple, n'ont pas besoin d'un cube d'air exagéré. Le cube de 50 mètres par malade peut être accepté comme moyenne. J. Rochard propose : *Longueur* 30 mètres; *largeur* 9 mètres; *hauteur* 5 mètres; en tout 1,350 mètres cubes, ou 67 mètres cubes par malade s'il n'y a que 20 lits; 46 mètres cube par lit si l'on en met 30.

La figure 271, ci-contre, explique quelques-uns des détails qui précèdent et de ceux qui vont suivre.

On a soin de remplir d'arbres, de plantes d'agréments, les espaces intermédiaires aux pavillons.

Le système actuel a l'avantage considérale de permettre les distinctions nécessaires dans le même hôpital : de réserver un pavillon exclusif aux femmes en couches; de ménager, au fond du terrain, des *pavillons d'infectieux*, un pavillon d'*aliénés* en observation, etc.

Fig. 271. — *Construction d'un pavillon hospitalier* (*).

Le tout est entouré d'une grille plutôt que d'un mur claustral.

Locaux. — Sans parler des *bureaux* de l'administration, des *cuisines*, des locaux de la *pharmacie* et de la *communauté* des sœurs ou du *casernement* des infirmiers, qu'il n'est pas nécessaire d'incorporer à l'hôpital aussi intimement qu'on le fait d'habitude, il est indispensable de ménager à l'usage des malades eux-mêmes, d'autres pièces encore que les salles. Tout le temps que les malades passeront hors de celle-ci peut être considérée comme un gain pour leur salubrité, en même temps que diverses convenances seront mieux satisfaites et que le bien-être des clients s'élargira. C'est ainsi que l'hygiène, à ce double point de vue, a bénéficié de l'instal-

(*) A. Cabinets d'aisance. — B. Tisannerie, Bains. — C. Infirmiers. — D. Cabinet du médecin. — G. Galerie extérieure.

En haut, 1 lit par trumeau et annexes aux extrémités. Au milieu, 1 lit par trumeau et annexes au centre. En bas, 2 lits par trumeau; annexes aux extrémités.

lation de *lavabos* séparés, à l'extrémité de chaque salle; de *réfectoires*, si attrayants que beaucoup de patients, qui ne sortiraient pas de leur lit sans cela, se lèvent pour manger à table; de *chauffoirs*, de *fumoirs*. Joignons à ces locaux les *préaux*, les *promenoirs* couverts sans parois latérales, où les malades trouvent le triple avantage d'un changement de place, d'un peu d'exercice et surtout d'une aération immédiate particulièrement salutaire.

Pour la bonne exécution du service, non moins que pour le maintien de l'hygiène intérieure, on doit ménager à l'extrémité des salles opposées à celle où se trouvent les lavabos, urinoirs et cabinets, une chambre de surveillant avec une *baignoire* et une petite officine où les tisanes pourront être tenues chaudes, où l'on pourra préparer des cataplasmes. Il n'est point bon que les odeurs et les vapeurs de ces préparations se répandent dans la salle. Les linges de pansements journaliers, le cérat, la ouate, etc., seront renfermés dans des armoires. Il est très avantageux que celles-ci soient égalements hors de la salle, afin de ne pas y diminuer l'espace et surtout pour que ces objets ne s'infectent pas eux-mêmes dans l'atmosphère des malades et ne deviennent pas un moyen de transmission morbide. Il y aura une *salle de bains*, à part.

A une faible distance de chaque grande salle devront se trouver de petites salles de 4 à 6 lits et des cabinets à deux lits (dont un inoccupé et de rechange) pour les malades qui ont particulièrement besoin de calme et de soins, ou qui, par leurs plaintes, leurs cris, leur agitation délirante, priveraient de repos leurs compagnons de souffrance en salle commune.

Tout à fait à l'écart des salles et ne pouvant être soupçonnés des habitants de celles-ci, on aura élevé la *salle des morts* et *le cabinet d'autopsies*, masqués par des arbres, décents, dallés et peints à l'huile, parfaitement aérés et tenus dans une propreté minutieuse. Le mobilier doit en être facile à laver et à désinfecter. Les tables d'autopsie seront faites d'une substance imperméable. Un progrès moderne consiste à construire ces tables sous la forme d'une boîte rectangulaire, un peu plate, dont la paroi supérieure est à claire-voie et dans la concavité de laquelle débouche un fort tuyau d'aspiration latérale, correspondant à une cheminée d'appel. Les liquides cadavériques s'écoulent par le fond de la boîte et le pied creux de la table jusqu'à l'égout et les émanations odorantes sont aspirées par le ventilateur.

Nous ne dirons rien de la *chapelle*, sauf pour demander qu'elle ne soit pas encombrante et qu'elle n'accapare point l'air et la lumière des malades.

Disposition des salles. — On a très généralement adopté aujourd'hui, pour les salles d'hôpital, la forme d'un long rectangle, avec des fenêtres sur deux faces, en regard les unes des autres, et dans lequel les lits sont placés perpendiculairement au grand axe de la salle, sur deux rangs, la tête vers le mur et dans l'intervalle des fenêtres (Lariboisière, La Charité de Lille, et les pavillons-hôpital du système Tollet). Cette disposition est préférable à ce que l'on voit dans quelques salles de l'hôpital Saint-Antoine (Paris) : le rectangle divisé en deux par une cloison longitudinale et les lits sur un rang de chaque côté de la cloison, la tête contre ce mur intérieur; c'est, évidemment, l'annulation de l'effet des fenêtres opposées. Bien plus détestable encore est le plan qui consiste à tailler, dans un rectangle

long et large, des salles représentant elle-mêmes des rectangles perpendiculaires au grand, dans lesquels les lits sont appuyés en deux rangs contre les cloisons intérieures et où il ne reste plus qu'une ou au plus deux fenêtres en regard, ouvertes sur la plus courte paroi de la salle (ancien hôpital des Cliniques à Paris ; hôpital militaire de Constantine).

On voit encore, dans quelques hôpitaux civils (et militaires) du Nord (Arras, Valenciennes, Maubeuge), des salles plus rapprochées du carré que du rectangle, ayant des fenêtres sur deux ou même trois côtés et les lits rangés le long des murs, sur les quatre parois. Cette disposition est louable, à la condition qu'on ne se laisse pas tenter par le grand espace qui reste libre au centre de la salle et qu'on n'y mette pas de lits, ce qui arrive à Arras. Le Dr Folsom a adopté ce plan pour l'hôpital général de Massachusetts et quelques autres ; il recommande les dimensions suivantes : 56 pieds (17 mètres) dans la longueur et 43 pieds (13 mètres) en largeur, avec 6 lits sur la longue paroi et 5 sur la plus courte ; soient 52 malades, disposant de 221 mètres carrés de surface. En supposant une hauteur de $4^{m},5$, le cube intérieur est de plus de 45 mètres cubes par malade. Il n'y a à en défalquer que le volume de l'appareil de chauffage placé au centre de la salle.

Avec les salles rectangulaires et des fenêtres opposées, la meilleure orientation paraît être N.-E. à S.-O., pour que l'insolation dure toute la journée. L'éclairage diurne ne réclamant pas de conditions spéciales. Pour la nuit, on a le gaz, ou, comme au Havre, la lumière électrique.

Population par salle et par hôpital. — Les calculs de miss Nightinhale ont démontré que le chiffre de 22 lits par salle (nous entendons les salles communes) est la plus favorable au bon fonctionnement de la ventilation et du chauffage, à la surveillance et au service du personnel d'assistance, à l'économie financière. On le dépasse presque toujours : Lariboisière, 32 lits ; *Boston free hospital*, 25 lits ; Vincennes, 32 lits ; même dans les pavillons-hôpital du système Tollet, Bourges et Saint-Éloi de Montpellier, 28 lits. L'hôpital Tenon et La Charité (Lille) ont justement ce chiffre louable de 22 lits par salle. Il est d'autant plus important de limiter ce chiffre, dans les hôpitaux civils, que les lits sont à peu près tous constamment occupés. Dans les hôpitaux militaires, avec un vieux bâtiment, aussi mal aéré et ensoleillé que possible, comme l'hôpital militaire de Lille, on arrive encore à des résultats passables en n'occupant que 18 à 20 lits dans des salles de trente et en se ménageant des *salles de rechange*, c'est-à-dire que chaque salle occupée en hiver reste vide en été et réciproquement. C'est aussi le cas du Gros-Caillou, à Paris (Legouest).

Il est de règle d'espacer les lits d'au moins 1 mètre, de ménager entre la tête du lit et le mur un intervalle de 60 centimètres et, entre les deux rangées de lits, un couloir de $2^{m},8$ de large. Dans ces conditions, si le lit lui-même a $1^{m},10$ de largeur et $1^{m},80$ de longueur, chaque malade disposera de près de 8 mètres carrés de surface et, par conséquent, de 36 mètres cubes d'espace, si la salle a $4^{m},5$ de hauteur. Ces fixations sont un minimum : à Lariboisière, les lits sont espacés de $1^{m},50$. La moyenne d'espacement, dans les hôpitaux de Paris, est de $1^{m},10$ (Poncet). Il n'est pas de rigueur que l'intervalle soit le même entre tous les lits ; il dépend du nombre de lits placés contre les trumeaux. S'il y en a deux par trumeau, ils

peuvent être un peu rapprochés, pourvu que l'on regagne l'espace par la distance entre chaque couple de lits (Voy. fig. 271, en bas).

Les lits doivent être en fer plutôt qu'en bois, garnis d'un sommier, d'un matelas, d'un traversin, tous deux en crin et laine, de couvertures de laine et d'une paire de draps. Les rideaux sont en général à supprimer.

Le chiffre de la *population totale* à admettre dans chaque établissement dépend beaucoup du système appliqué dans la construction. Les hôpitaux sans étages, à pavillons isolés, risquent certainement moins que d'autres d'aboutir à l'encombrement en réunissant un grand nombre de malades, puisque les individus assistés sont dispersés sur une grande surface, divisés en petits groupes et que chaque groupe est une sorte de maison indépendante, environnée d'air de toutes parts. Bourges a 350 lits. On n'a pas craint de prévoir 800 lits pour le nouvel hôpital Saint-Éloi de Montpellier. Nous pensons que c'est une exagération dangereuse et faite pour compromettre un système d'ailleurs excellent. En effet, toute salle d'hôpital est un foyer puissant d'émanations et de souillures atmosphériques ; la dilution de ces impuretés dans l'air, au degré inoffensif, est subordonnée à la distance du foyer pour le point envisagé et au rapport entre la masse d'air environnant et l'abondance des souillures fournies par le foyer. Les ressources de la dilution peuvent se trouver débordées et les pavillons amoindrir les uns pour les autres les qualités de l'air. Si bien bâtie que soit une ville, elle n'a jamais l'air pur des champs ; que serait-ce d'une ville de malades ? Le nouvel hôpital du Hâvre n'a que 300 lits.

Quant aux hôpitaux massifs, à étages superposés et à bâtisses d'une seule tenue, les fixations adoptées jusqu'à présent pour le personnel secouru y sont toujours trop élevées : Lariboisière (type mixte), 625 lits; La Charité (Lille), 400 lits; le nouvel Hôtel-Dieu de Paris, 400 lits (les prévisions primitives portaient 800 lits !) ; l'hôpital militaire de Vincennes, 532 lits, Tenon, 600 lits. L'hôpital Majeur (*Ospedale Maggiore*) de Milan renferme, dit-on, 3,500 lits et l'on assure qu'il est le plus sain de toute l'Italie : à la vérité, le chiffre réel des malades n'y dépasse pas 2,800, ce qui les met déjà au large. En outre, il faut croire qu'il a paru aux médecins et administrateurs du pays que l'on pouvait faire mieux puisque l'on a constitué, à Mombello, à 15 kilomètres de Milan, en pleine campagne, un vaste asile où sont reçus les aliénés et bon nombre de pellagreux.

Les établissements absolument temporaires, comme les ambulances de guerre, sous baraques et en pleine campagne, comportent une tolérance, vu leur caractère transitoire. On y réunit de 500 à 1,000 blessés; les Américains, pendant la guerre de Sécession, ont même construit des agglomérations de pavillons à 25-50 lits, pour une population de 4,000 blessés ! Il n'en est pas résulté de désastres, au témoignage de W. Hammond. Mais ce n'en est pas moins une situation pleine de périls et que nous déconseillons formellement.

Ventilation, chauffage, approvisionnement d'eau, éloignement des immondices des hôpitaux (Voy. HYGIÈNE GÉNÉRALE).

Hôpitaux spéciaux. — Nous traiterons plus loin la question de l'*isole-*

ment de certains malades et des locaux à leur réserver. Mais nous devons ici une mention spéciale aux *Maternités*, en raison de leur extrême importance, aux hôpitaux payants, *maisons de santé* en France, *cottage-hospitals* en Angleterre, et à quelques autres établissements de secours.

Maternités. — Le fait d'accoucher à l'hôpital constitue de sérieuses chances de mort à la femme qui vient emprunter cet asile. La mortalité des nouvelles accouchées étant de 1 sur 212 dans les villes, elle devient 1 sur 32 dans les hôpitaux et les maternités (L. Le Fort, Dumontpallier). Et Tarnier estime que parfois, dans les hôpitaux de Paris, il y a 545 décès chez les femmes en couches de plus qu'il ne devrait y en avoir si la proportion des décès était la même qu'à domicile (Hervieux). En 1870, E. Besnier évaluait à 4 p. 100 la mortalité des nouvelles accouchées dans les hôpitaux et maternité de Paris. Or, il y a plus de 6,000 de ces accouchements.

Année 1874.

	Accouchements.	Décès.	Proportion p. 100.
Dans les hôpitaux..............	6.086	234	3,84
Chez les sages-femmes........	2.189	7	0,32
A domicile.....................	10.890	18	0,16

Cet état de choses légitime et au delà les préoccupations qui se sont manifestées à différentes reprises au sein de la *Société médicale des hôpitaux* de Paris (particulièrement en 1870). Il faut donc, le plus possible, épargner aux femmes en couches l'hôpital et son atmosphère viciée et faire que les *maternités*, disjointes de l'hôpital commun, ressemblent le moins à celui-ci et se rapprochent le plus des conditions d'un domicile moyen.

Les causes qui multiplient les chances de mort chez les nouvelles accouchées ne sont pas seulement la promiscuité respiratoire et les échanges d'émanations ou de germes entre les accouchées et les autres malades, entre les accouchées elles-mêmes; il faut y ajouter les divers modes de transport du poison puerpéral qui se réalisent (médecins, élèves, infirmières, instruments, etc.) dans la Maternité sous forme de salle commune.

Les accouchées, même dans les conditions physiologiques, ont une extraordinaire puissance de viciation de l'air (lochies, sécrétion lactée, déjections des enfants). Il faut les séparer des autres malades et les *séparer les unes des autres.* Tarnier a réussi à faire élever, dans des jardins entre le Luxembourg et l'Observatoire, un pavillon Maternité, inauguré le 3 juillet 1875, qui paraît extrêmement louable sans valoir, cependant, celui que l'on aurait obtenu avec la réalisation du plan primitif de l'auteur, tel qu'il l'exposait à la Société médicale des hôpitaux, en 1870. Ce plan ne comportait qu'un rez-de-chaussée et prévoyait une infirmerie distincte de la maternité proprement dite; tandis que le pavillon actuel a un étage sur rez-de-chaussée et que les femmes en couches qui deviennent malades sont soignées dans la chambre où elles se trouvent, leur porte étant toutefois interdite au personnel ordinaire du service.

Le pavillon Tarnier a la forme d'un parallélogramme rectangulaire, de 14^m,20 de longueur sur 7^m,80 de largeur; ses deux façades regardent le nord et le midi (le contraire de l'orientation méridionale). Deux murs de refend, allant du sol aux combles, séparent le bâtiment en trois parties. Chacun des compartiments terminaux est subdivisé en deux moitiés, dont chacune est une chambre. Il y a donc quatre chambres à chaque étage, deux à droite, deux à gauche du compartiment central, qui sert de vestibule et renferme l'office et une chambre de surveillance. Chaque chambre a une porte et une fenêtre; elles ne communiquent ni avec le vestibule ou l'office, ni entre elles. La porte s'ouvre sur l'une des façades, la fenêtre sur l'un des pignons, à l'est et à l'ouest par conséquent. Au rez-de-chaussée, les portes donnent sur un trottoir extérieur; à l'étage, sur un large balcon. De part et d'autre, elles sont abritées par une marquise vitrée, dont le bord supérieur ne touche pas le mur, de façon que l'aération puisse se faire par l'intervalle. Le médecin ne peut donc passer d'une chambre dans l'autre sans sortir à l'air.

Les chambres d'accouchement, munies d'un mobilier presque entièrement en fer, avec des lits dont le matelas, le traversin, l'oreiller ne renferment que de la balle d'avoine, mesurent : 3 mètres de hauteur; 4^m,30 de longueur et 3^m,50 de largeur; soit un cube de 45^{mc}, 55. Au rez-de-chaussée, les quatre chambres ont leur sol recouvert d'asphalte; à l'étage, deux sont dallées en pierres, deux en ardoises. On a reconnu que ce revêtement est supérieur à celui d'asphalte. Les murs sont stuqués et peints à l'huile. Comme le dallage est en pente légère, et muni d'un caniveau qui conduit l'eau dans un tuyau relié à l'égout, rien n'est plus facile que de laver à grande eau toute la pièce. Une glace sans tain permet de voir de l'office dans les chambres et réciproquement; du reste, chaque lit a un cordon de sonnette à sa portée. Dans chaque chambre, il y a un robinet d'eau froide et un d'eau chaude au-dessus d'un lavabo.

Les femmes accouchent dans la chambre qu'elles doivent occuper le reste du temps. A la convalescence, elles peuvent se promener dans un jardin réservé. Si elles tombent malades, elles sont soignées par un médecin de l'hôpital du Midi et par une garde spéciale. A la sortie, chaque chambre est ventilée, lavée, remise à neuf; la balle d'avoine est brûlée; les linges et couvertures exactement lessivés.

Résultat: sur 710 accouchements, 6 décès, soit 1 sur 118. Dans le même temps, la mortalité à la grande Maternité était de 1 sur 42,6 (Pinard).

La nouvelle Clinique d'accouchements de la Faculté de Paris, élevée sur l'emplacement de l'ancienne Pépinière du Luxembourg, inaugurée le 5 mai 1881, paraît devoir être bien inférieure au pavillon Tarnier. On y trouve 40 lits d'accouchées avec 40 berceaux, 10 lits de nourrices et 10 berceaux, 20 lits de femme en attente, 13 lits pour le service de gynécologie. Les salles n'ont pas plus de 8 lits. Il y a, en outre, trois petites pièces d'isolement. C'est trop de monde en un seul logis.

L'installation de Tarnier a reçu l'approbation des étrangers.

A Bruxelles, d'après Feigneaux, on a copié cette sorte de petit cottage-maternité en prenant, dans un quartier aéré, dix-sept maisons contiguës, propriété de l'administration, pour en faire la nouvelle Maternité. Chacune de ces maisons contient six chambres, n'ayant aucune communication entre elles et s'ouvrant toutes sur la cage de l'escalier. Il n'y a qu'une femme par chambre; l'accouchement se pratique dans la chambre même. A l'apparition du plus léger symptôme de péritonite, tout rapport cesse entre le personnel de la Maternité et la malade, qui est transportée immédiatement à l'hôpital, pendant que l'on désinfecte la chambre. Le service médical est divisé. Un interne des hôpitaux et un élève de troisième année de doctorat sont attachés au premier des services pendant dix jours, temps pendant

lequel il leur est sévèrement interdit de fréquenter les hôpitaux et les amphithéâtres ; leurs vêtements sont désinfectés au moment de leur entrée au service. Logés dans l'établissement, ils y prennent leurs repas.

Le professeur Volkmann, à Halle, ne pratique pas d'opération obstétricale sans s'être lavé les mains et les avant-bras jusqu'au coude, à l'eau et au savon, *pendant un quart d'heure*; après quoi, la peau étant bien essuyée, il enduit ces extrémités d'une solution forte de glycérine ou d'huile phéniquée. Les étudiants ne sont admis auprès des femmes en couches qu'autant qu'ils ont pris les mêmes minutieuses précautions.

Il existe, dans beaucoup d'hôpitaux de Paris, comme à Lariboisière, des salles particulières à usage de maternités, qui, grâce à une application intelligente des procédés antiseptiques, donnent d'excellents résultats (Pinard). Il n'en est pas de même, comme l'a constaté Napias, de beaucoup de Maternités des hôpitaux de province.

Hopitaux de contagieux. — On ne les pratique que dans les villes d'au moins 200,000 habitants. Ailleurs, il suffit de *pavillons de contagieux*, dans les hôpitaux généraux. Les hôpitaux de contagieux doivent être excentriques et comprendre un *pavillon d'observation* où l'on mettra pendant quelque temps les *douteux*, qui vont souvent, sans cette précaution, prendre à l'hôpital une maladie qu'ils n'avaient pas. Londres a exécuté, en 1884, l'aménagement des *navires-hôpitaux*, l'*Atlas* et le *Castalia* pour ses varioleux, avec un camp de convalescence à Darenth, à 3 kilomètres de la ville de Dartford (Voy. plus loin : *Isolement des contagieux*).

Hopitaux d'enfants. — Plus que d'autres, ces hôpitaux devraient être extra-urbains et bâtis dans le système des pavillons séparés, en raison de ce que ce sont surtout les maladies contagieuses (fièvres éruptives, croup et diphthérie) qui amènent les enfants à l'hôpital. Ces maisons doivent aussi joindre l'éducation et un peu d'instruction aux soins hospitaliers. Nous pensons qu'elles gagneraient à avoir pour infirmières des femmes ayant elles-mêmes eu des enfants.

Hopitaux militaires. — On utilise largement, en France et en Allemagne, comme hôpitaux militaires, de vieux couvents qui ne remplissent aucune des conditions exigées à notre époque pour une semblable installation. Il convient surtout d'y multiplier les jours et d'y réduire le cloisonnement. Par ailleurs, lorsqu'on construit à neuf un hôpital militaire, le mieux est d'adopter la situation excentrique et le système à pavillons séparés. Au Tempelhof, on a à la fois des blocks (à sous-sols), des pavillons et des baraques. Les soldats les moins malades (vénériens) sont naturellement les hôtes de ces dernières. Les procédés de ventilation et de chauffage les moins compliqués sont ici les meilleurs (c'est peut-être le cas partout); nous croyons du reste, que ce principe peut s'appliquer à tout le reste et à tous les rouages de ce mécanisme, ainsi que nous le disait le médecin général Coler, à Berlin; « ce qui n'est pas simple n'est pas militaire ».

Dans les garnisons qui n'ont pas d'hôpital militaire, les soldats sont traités à l'hospice civil. Il importe que ces hommes pour qui les soins en

cas de maladie sont *un droit* ne soient pas confondus avec les clients de la charité publique. Cela est aussi avantageux à ceux-ci, parmi lesquels il y a des enfants.

Maisons de santé. — Cottage-hospital. — Un certain nombre de patients, en raison de leur fortune ou simplement de leur position sociale, ne sauraient se présenter aux hôpitaux communs, et, cependant, n'ont pas la possibilité d'avoir autour d'eux, à domicile, les médecins, le personnel assistant, les soins variés et continus, qui sont le privilège des hospitalisés. Même avec de l'aisance, d'ailleurs, quelques autres ont à subir une opération qui ne réussirait pas en ville ; il leur faut, à la campagne, point trop loin de leur famille et de leur médecin, un abri temporaire qu'ils ne possèdent pas et qu'ils ne trouveraient pas, même avec de l'argent, dans les conditions convenables de service, d'outillage, d'accessoires. Et, d'ailleurs, il peut se trouver que la situation soit pressante.

Il est satisfait à ces besoins spéciaux par les *maisons de santé*, quelquefois en ville, plus souvent à la périphérie ou à la campagne voisine, que des particuliers, des médecins quelquefois, des associations religieuses ou charitables, ou même les administrations publiques, mettent à la disposition d'une clientèle à qui l'hôpital répugne pour une raison quelconque. L'assistance n'y est point gratuite, comme on pense ; néanmoins, le malade bénéficie, même au point de vue pécuniaire, de ce que l'installation a été faite pour une collectivité et de ce que l'administrateur de la maison réduit ses frais en raison du nombre de ses hôtes. Il y avait, à Strasbourg, des établissements de ce genre fort bien tenus ; nous croyons savoir que c'est là que Kœberlé a obtenu ses premiers succès en ovariotomie.

En Angleterre, ces établissements paraissent être entretenus par les municipalités ; les clients, néanmoins, payent les médecins. Brown (de Boston), qui les recommande en son pays, évalue à plus de soixante leur nombre dans les Iles-Britanniques. A en juger par les détails que nous trouvons dans cet auteur, le *cottage-hospital* ne fournirait pas une chambre à chaque malade ; il aurait seulement des salles pour trois ou six hommes, trois ou six femmes avec un ou deux enfants. Les locaux accessoires, le cube de place, le régime seraient dans des conditions particulièrement confortables, bien que la maison ait un reste du caractère d'assistance publique.

Asiles de convalescents. — Hospices marins, etc. — Ces formes spéciales d'assistance collective rendent d'immenses services. En France, les asiles de Vincennes et du Vésinet et, pour les enfants, Berck-sur-Mer, Forges-les-Bains, Arcachon et Banyuls-sur-Mer, qu'ont fait surgir l'ardeur et l'ingéniosité philanthropique d'Armaingaud ; l'hôpital maritime de Pen-Bron, près du Croisic, de l'*Œuvre nationale des hôpitaux maritimes* de France (Pallu, M[me] Furtado-Heine) ; en Angleterre, l'hospice maritime pour les scrofuleux, à Margate, les asiles de convalescents de Highgate et de Croydon ; en Hollande, l'hospice de Scheveningen ; en Italie, les vingt hospices maritimes de Viareggio, Livourne, Porto-d'Anzio, Venise, Palerme, Ca-

gliari, etc. ; en Allemagne, de nombreux établissements maritimes ou de terre ferme, auprès d'une source thermale ou sur un point agréable et salubre, sous les noms divers de *Seehospize*, *Soolbäder*, *Sanatorien*, *Reconvalescentenhäuser*, *Feriencolonieen;* aux États-Unis d'Amérique, les hospices maritimes de Cape May (Pennsylvanie), de Beverly Farms (Massachusetts), d'Atlantic City (Phidadelphie), le bain Rockaway (New-York); les hôpitaux flottants de New-York et de Chicago (sur le lac Michigan). On ne saurait trop louer ces tentatives si rationnelles en vue de relever les jeunes générations, dégradées par l'air des villes et portant la peine de la diminution de vitalité que l'industrie a infligée à leurs ascendants. Le département du Nord a fait étudier, récemment, l'opportunité de la fondation d'une *maison maritime* d'enfants malades; elle existe même déjà, à l'état naissant, grâce à l'activité d'un homme de conviction, le maire Vancauwenberghe, à Saint-Pol-lès-Dunkerque.

Dispensaires. — Les inconvénients de l'agglomération hospitalière pour les malades, même dans les meilleures conditions, sont énormes quoi qu'on fasse, et quelques hygiénistes n'ont pas craint d'envisager la perspective, si lointaine qu'elle puisse être, de la substitution complète de l'*assistance à domicile*, au secours hospitalier. En attendant une solution dans ce sens, on peut toujours encourager le développement des institutions qui s'efforcent, non de supprimer l'hôpital, mais d'en réduire la fréquentation et de combiner la permanence plus ou moins complète des malades à leur foyer avec un traitement médical ou chirurgical, régulier néanmoins et suffisant. Les *dispensaires* sont des tentatives de ce genre.

Nous ne parlons point des locaux privés ou dépendant d'un hôpital, dans lesquels des médecins délivrent, à de certaines heures, des consultations gratuites et des ordonnances ; où les chirurgiens donnent, à la rigueur, un coup de bistouri pour un abcès ou un furoncle ; ni même de ceux où il est remis gratuitement certains médicaments prescrits aux malades, qui les emportent et s'en servent plus ou moins intelligemment. Le véritable dispensaire reçoit des externes et des demi-pensionnaires ; on n'y passe pas la nuit et le séjour n'y est pas continu, mais on y trouve les mêmes soins que dans un hôpital bien outillé ; les malades y prennent leurs médicaments sous une surveillance et une direction compétente ; ils y reçoivent des bains, des douches ; sont l'objet de manœuvres chirurgicales ; on leur donne même, au dispensaire, un repas, surtout quand la nature ou simplement l'abondance des aliments doivent constituer la base d'un traitement rationnel et complet.

Hors de là, les malades ne cessent pas d'appartenir à leur famille, ni celle-ci d'être chargée de ses devoirs envers celui de leurs membres que la souffrance a atteint. Ainsi est sauvegardée la solidarité entre les membres de chaque famille, en même temps qu'un certain nombre de malades sont efficacement secourus sans courir les gros risques de la vie en commun dans l'atmosphère nosocomiale.

Des dispensaires de ce caractère existent, croyons-nous, à Londres. En Italie et en France, on les a particulièrement appliqués au traitement des maladies de l'enfance, qui, en fait, se présente avec toutes les conditions qui réclament le plus clairement ce genre de secours.

A Turin, ce sont les *Écoles de rachitiques*, fondées en 1871, sous l'impulsion et

grâce à la générosité du comte Riccardi de Netro; à Milan, c'est l'*Institut des rachitiques*, que nous avons vu fonctionner sous la direction de son créateur, Gaetano Pini. Les uns et les autres vivent des ressources fournies par des particuliers riches et charitables et de quelque aide des municipalités.

En France, Gibert (du Havre) a eu l'idée d'étendre à toutes les maladies de l'enfance ce procédé d'assistance. L'institution qu'il a fondée, en 1875, absolument nouvelle et originale (A. Foville), et qui fait le plus grand honneur à sa philanthropie intelligente, suffit au traitement de 1,700 affections médicales ou chirurgicales, chaque année, avec un prix de journée de 22 centimes par tête et de 5 fr. 51 par enfant soigné. L'établissement a marché jusqu'aujourd'hui par la générosité de quelques clients riches du Dr Gibert; mais il est évident que les municipalités et l'assistance publique ont tout intérêt à s'emparer de l'idée et à monter des créations analogues dans les grandes villes. Le ministre de l'intérieur a envoyé aux préfets une circulaire dans ce sens (31 janvier 1881). Nous pensons que l'on fera bien de ne pas annexer ces dispensaires aux hôpitaux déjà existants, à moins d'un emplacement de ceux-ci particulièrement favorable.

RÉGIME ALIMENTAIRE DANS LES HOPITAUX. — Les principes sont les mêmes que pour le malade à domicile. Seulement, l'hôpital renfermant des malades à toutes périodes et d'une grande variété d'aptitudes digestives, on doit pouvoir y disposer simultanément de toute la gradation des régimes alimentaires qui, chez un malade isolé, ne viendraient que l'un après l'autre. Le *régime* est, aujourd'hui, l'un des grands moyens de la thérapeutique. Il est donc rationnel que les ressources de cette nature soient aussi nombreuses et choisies que celle de la pharmacie.

Bibliographie. — BROWN (FRANCIS H.). *General principles of Hospital Construction* (Buck's Hygiene, I, 1879). — *Hôpital Ménilmontant* (Congrès internat. d'hygiène à Paris, en 1878, t. II, p. 453, 1880). — UFFELMANN (Julius). *Ueber Anstalten und Einrichtungen zur Pflege unbemittelter schwächlicher und scrophulöser Kinder insbesondere über Seehospize, Soolbäderheilstätten, Reconvalescenzhäuser und Feriencolonieen* (D. Vierteljahrsschrift f. öff. Gesundheitspflg., XII, 697, 1880). — ARNOULD (Jules). *Rapport sur un projet d'hôpital maritime pour les maladies chroniques de l'enfance dans le département du Nord* (Bull. méd. du Nord, 1880). — PINARD. *Les nouvelles Maternités et le pavillon Tarnier* (Bull. Soc. méd. publ., III, p. 143, 1880). — FEIGNEAUX. *Prophylaxie des maladies infectieuses et contagieuses* (Compte rendu du Congrès internat. d'hygiène de Paris, 1878, t. I. Paris, 1880). — FOVILLE (A.). *Les dispensaires pour enfants malades* (Annales d'hyg., no 29, mai 1881). — MARTIN (A.-J.). *Trois constructions hospitalières nouvelles* (Gaz. hebd., p. 730, 1881). — DU MÊME. *L'Exposition internat., médicale et sanitaire de Londres* (Rev. d'hyg., III, p. 1013, 1881). — SANSON. *L'hôpital Hertford* (Rev. d'hyg., III, p. 1043, 1881). — VALLIN (E.), *Le navire-hôpital « l'Atlas »* (Rev. d'hyg., III, p. 514, 1881). — DU MÊME. *Le nouvel hôpital de Saint-Denis* (Rev. d'hyg., III, p. 975), — *de Saint-Germain* (Revue d'hyg., III, p. 979, 1881). — WIGHT (O.-W.). *The management of contagious and infectious diseases in Milwaukee* (The Sanitarian New-York, mai 1881). — DEGEN (L.). *Krankenanstalten* (Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten von Pettenkofer und Ziemssen, II, 2, p. 205, 1882). — DU MÊME. *Das Krankenhaus und die Caserne der Zukunft*. München, 1882). — GÜTERBOCK (P.). *Die englischen Krankenhäuser im Vergleiche mit den deutschen Hospitälern* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspflg., XIV, p. 350, 1882). — GROSSHEIM. *The new Royal Infirmary at Edinburgh* (The Lancet, 1880 et D. Vierteljahr. f. öff. Gesdpflg., p. 361, 1882). — THORNE-THORNE and POWER. *The use and influence of Hospitals for infectious diseases* (Xth Report of the Local Government Board, p. 365. London, 1882). — THÉVENOT. *Rapport sur les nouvelles Maternités* (Rev. d'hyg., IV, p. 668, 1882). — ROCHARD (J.). *Rapport sur la construction des hôpitaux* (Rev. d'hyg., V, p. 274, 1883). — *Écoles d'infirmières laïques* (Journal officiel de la République française, 30 mai 1883). — ARNOULD (J.). *L'Exposition d'hygiène allemande à Berlin* (Ann. d'hygiène, X, p. 464, 1883). — DROUINEAU (G.). *L'assistance hospitalière et les budgets communaux* (Rev. sani-

taire de Bordeaux, 10 mai 1884). — Müller (J.-P.). *Das neue Städtische Hospital in Antwerpen* (Centr. blatt f. allgem. Gesdpflg., III, p. 1, 1884). — Riant (A.). *Les hôpitaux spéciaux pour phthisiques* (Ann. d'hyg., XIV, p. 314, 1885). — Martin (A.-J.). *L'inauguration du nouvel hôpital du Havre* (Gaz. hebdomad., XXII, p. 414, 1885). — Kuhn (O.), Pelman (C.), Hallerworden. *Kranken-und Pflege-Anstalten* (Bericht über die allgem. deut. Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene Berlin, II, p. 84. Breslau, 1885). — Beely (F.), Horstmann (C.). Eulenburg (A.). *Krankenpflege* (Ibid., II, p. 247). — Lutaud (A.) et Hogg (Douglas). *Étude sur les hôpitaux d'isolement en Angleterre.* Paris, 1886). — Foville (A.). *Sur le prix de revient des constructions hospitalières* (Ann. d'hyg., XV, p. 424, 1886). — Dornblüth (Fr.). *Ueber Schutzmaasregeln bei ansteckenden Kinderkrankheiten* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XVIII, p. 204, 1886). — Jahn (E.). *Wie weit ist die Absonderung infectiöser Kranken in den Heilanstalten erforderlich?* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XVIII, p. 574, 1886). — *Hôpital des varioleux à Paris. Service intérieur* (Gaz. hebdomad., p. 608. 1887). — *Isolement des maladies contagieuses au Conseil municipal de Paris* (Semaine médicale, 22 juin 1887). — Pinard. *Du fonctionnement de la Maternité de Lariboisière et des résultats obtenus depuis* 1882 *jusqu'à* 1887 (Rev. d'hyg., IX, p. 386, 1887). — Napias (H.). *Note sur les conditions d'insalubrité des Maternités de quelques hôpitaux de province* (Rev. d'hyg., IX, p. 402, 1887). — Armaingaud. *Sur l'œuvre des hospices maritimes* (Rev. d'hyg., IX, p. 1049, 1887). — Martin (A.-J.). *Rapport sur un projet de construction de services d'isolement à l'hôpital Trousseau* (Rev. d'hyg., IX, p. 1060, 1887). — Félix (J.), Sörensen (S.-F.), Böhm (K.). *Sur la nécessité et l'installation des hôpitaux d'isolement* (Congrès internat. d'hyg. à Vienne, 1887). — *Déclaration obligatoire des maladies épidémiques et des décès* (Trav. du Comité consultatif d'hyg. publ. et Gaz. hebdomad., p. 639, 1888). — Colin (L.). *Rapport sur la construction d'hôpitaux d'isolement dans la banlieue de Paris* (Conseil d'hygiène de la Seine, 1888). — Dujardin-Beaumetz. *Des hôpitaux-baraques russes et en particulier de l'hôpital-baraque Alexandre de Saint-Pétersbourg* (Gaz. hebdom., p. 722, 1888). — Boisseau (E.). *Hôpitaux* (Dictionn. encycl. des scienc. méd.).

3° Les malades vis-à-vis des individus sains.

Protection des personnes contre les contages. — Tout en prodiguant aux malades tous les soins que l'humanité prescrit, il faut empêcher qu'ils deviennent la source de désastres pour leur famille, pour la population environnante et même, dans la limite du possible, pour le personnel d'infirmiers ou de médecins, qui leur porte assistance. Or, il est un certain nombre de maladies *transmissibles;* soit directement, par contact de l'individu sain avec le malade ou avec quelque objet imprégné des produits pathologiques ; soit indirectement, par le transport des agents pathogènes aux économies saines au moyen de l'air dans lequel a vécu le malade ; soit suivant les deux modes à la fois. Il y a quelques moyens de barrer le chemin à cette transmission, de lui fermer quelques portes, sinon toutes.

D'autre part, les procédés de prophylaxie, sous ce rapport, diffèrent naturellement selon que les maladies sont chez nous, *indigènes* ou *indigénisées*, ou bien qu'elles sont *exotiques* et ne nous atteignent qu'en franchissant de grands espaces, par des routes connues, qui ne sont autres que celles mêmes du transit humain (caravanes, navires, voies de fer).

Dans l'un ou l'autre cas, il s'agit d'affections appartenant à la classe des *spécifiques* ou *zymotiques*, lesquelles ont aussi le pouvoir et l'habitude de revêtir particulièrement la forme d'épidémies.

La base des mesures à prendre vis-à-vis des individus en puissance de quelqu'une de ces maladies, en vue de faire obstacle à leur extension aux groupes restés sains, est la connaissance des allures spéciales à chacune d'elles. Nous ferons un résumé de ces allures.

Infectieuses indigènes. — A. LES VARIOLEUX. — La *variole* paraît avoir été observée pour la première fois en France au sixième siècle (Marius, évêque d'Avenches, en 570; Grégoire de Tours, 581 et 582). Depuis lors, elle a donné lieu, sur notre territoire, à des épidémies particulièrement meurtrières chez les jeunes sujets, en suivant une sériation épidémique d'années, d'ailleurs peu rigoureuse, qui a toutefois porté quelques auteurs à lui assigner le cycle de sept ans. Ce qui est vrai, c'est que l'on voit les épidémies de variole se préparer pendant deux ou trois ans, le nombre des cas augmentant chaque année jusqu'à celle d'acmé épidémique, après laquelle il y a une phase de repos presque absolu pendant quelques autres années. Cette observation exacte d'Ernest Besnier ne doit s'entendre que de la variole par rapport à une localité et non sur toute l'étendue du territoire.

La variole est l'affection la plus ubiquitaire de celles qui ravagent notre espèce; elle ne fait acception ni de sol, ni de climat, ni de saisons, ni de races d'hommes. Si les épidémies sont plutôt d'hiver et de printemps que d'été, c'est parce que la condensation des groupes favorise son extension pendant les saisons froides.

La *mortalité* par variole était épouvantable avant Jenner; en outre, le nombre des *défigurés* et particulièrement des borgnes ou des *aveugles* était considérable. L'épidémie de 1863-1871, qui rappela celles d'avant la vaccine et coûta 90,000 existences (Chauffard et Vernois) à notre pays, peut encore donner une idée de la puissance redoutable du fléau. Vacher relève pour 1871 :

Naissances.	Variole.	Décès varioliques.	Défigurés.
821,129	226,417	58,236	24,004

La léthalité est représentée par 1 décès sur 5 à 7 malades. Dans l'armée, la mortalité variolique, de 1866 à 1869, a été de 2 à 2,5 p. 100 décès généraux, un peu moindre, de 1872 à 1875.

Tous les modes de transmission appartiennent à la variole; il paraît certain, toutefois, que l'agent le plus ordinaire, le véhicule le plus constant du virus, c'est la poussière émanée du corps des varioleux à la période de dessiccation et de desquamation. Le mal est donc contagieux à distance, mais non à toute distance; on estime que l'atmosphère des varioleux cesse d'être dangereuse au delà de 30 mètres; cependant les observations de Bertillon, relatives à la diffusion de la variole dans le quartier de la Sorbonne, au moment où l'*Hôtel-Dieu annexe* contenait 140 varioleux, tendent à démontrer que la diffusion atmosphérique du virus par les squames peut avoir une portée assez grande. On se plaint fort, à Londres, du voisinage des *Small-pox hospitals*, comme nous allons voir.

D'ailleurs, la contagion peut être *immédiate*, c'est-à-dire provenir directement du malade, ou *médiate*, par l'intermédiaire d'effets qui lui ont servi, d'une voiture qui l'a transporté, d'une chaise sur laquelle il s'est assis. C'est pour cela qu'en temps d'épidémie, dans les deux tiers des cas (E. Besnier), on ne retrouve pas la filiation contagieuse.

Prophylaxie. — 1° *Isolement des varioleux.* — Étant avéré le danger de propagation dont le malade constitue une menace constante, l'*isolement des varioleux* est la mesure de protection qui s'impose tout d'abord. On doit à Em. Vidal, en France, d'avoir fait, à la *Société médicale des hôpitaux* (1864), la proposition de systématiser ce moyen de prophylaxie. Depuis

lors, le principe a rallié tous les suffrages, sauf des nuances par rapport à l'application.

L'isolement du *malade à domicile* peut se faire de deux manières, sans compter la vaccination de toute la famille et des domestiques, qu'il faut pratiquer d'abord. Ou bien en le dirigeant sur un hôpital spécial, ou bien en faisant le vide autour de lui par l'éloignement du plus grand nombre possible des personnes de la famille et surtout de celles qui, comme les enfants, paraissent jouir de la plus grande réceptivité. Le premier mode est à peu près obligatoire dans beaucoup de villes d'Angleterre, des États-Unis, de Prusse et même d'ailleurs, en ce sens que les logeurs, les médecins, sont tenus de faire la déclaration des maladies contagieuses qu'ils abritent ou qu'ils traitent, et que les particuliers sont rendus responsables des accidents de contagion survenus par le fait de leur non-isolement et peuvent être poursuivis en dommages-intérêts (A. Smith de Londres). Rien de pareil n'existe en France, et il est difficile de prévoir qu'une loi puisse jamais nous obliger à nous séparer des nôtres, atteints de variole ou d'une autre affection contagieuse. Mais l'on peut au moins recommander l'éloignement, du domicile du malade, de toutes les personnes inutiles à son traitement et néanmoins exposées à la contagion. Les administrations d'assistance devraient, selon de Ranse, « créer des asiles où seraient recueillies, durant le temps nécessaire, les personnes de la classe pauvre obligées d'émigrer de leur propre foyer pour se soustraire à la transmission de la maladie dont un des leurs sera atteint ». Si la *déclaration obligatoire* des cas de maladies contagieuses et la recherche exacte des *causes de décès* passaient en loi, comme le fait pressentir le rapport de Brouardel au Comité consultatif d'hygiène publique (1888), il deviendrait possible d'organiser au moins la défense en connaissance de cause.

L'isolement *des malades aux hôpitaux* est plus facile. Il va sans dire que les varioleux placés en salles communes sont séparés de la population extérieure, mais ne sont pas *isolés* pour cela, puisqu'ils peuvent transmettre la maladie à des individus présents à l'hôpital pour toute autre affection que la variole, et être encore la cause de la perpétuation et de l'extension de l'épidémie. Dans de pareilles conditions, les cas intérieurs éclatent et se multiplient. Leudet, à Rouen, en observe 132 de tels sur 621 cas de variole; Hérard (1875), 13 sur 21 ; pendant les cinq premiers mois de 1870, il y eut 411 cas intérieurs de variole dans les hôpitaux de Paris.

L'isolement en *salles spéciales dans l'hôpital commun* vaut mieux que rien. Vallin notait (1878) 70 cas intérieurs sur 170 varioleux dans l'hôpital du Val-de-Grâce qui, comme à peu près tous les hôpitaux militaires, pratiquait ce mode, sans lui donner les adjuvants indispensables. Nous prescrivons, depuis plusieurs années, dans les hôpitaux militaires de la première région, l'*isolement dans l'hôpital*, le seul que la construction de nos vieux immeubles permette. Mais il est, en outre, ordonné au médecin traitant de terminer sa visite par les contagieux et de ne pas rentrer après dans la salle commune ; d'avoir, dans le local d'isolement, un sarreau

spécial, qui n'en sort pas, et de se laver les mains et la face au savon et à la solution phéniquée ou bichlorurée, en quittant ce local. Les infirmiers affectés à ce service lui restent exclusivement; on les cherche parmi ceux qui ont déjà subi une atteinte de la maladie spécifique traitée. Les linges, les vêtements, la literie, les excrétions du malade, sont l'objet d'une surveillance minutieuse et d'une désinfection exacte. Avec ces précautions, appliquées à toutes les maladies contagieuses aussi bien qu'à la variole, presque inconnue aujourd'hui dans nos salles militaires, nous arrivons à n'avoir plus de cas intérieurs, sauf malheureusement chez les infirmiers (ce qui arriverait dans tout autre système), et nous nous passons assez bien de pavillons spéciaux.

Des *pavillons spéciaux* dans l'hôpital général, mais parfaitement séparés des autres et à une bonne distance (60 à 70 m. ne sont pas de trop), sont cependant autrement louables et efficaces, à la condition d'avoir un personnel médical et des infirmiers absolument distincts, sans communication avec le personnel ni les malades des salles communes. Plusieurs hôpitaux de Paris, Venise, Prague, Gœttingen, Hambourg, la Charité de Berlin, pratiquent cette méthode; le nouvel hôpital Saint-Éloi, de Montpellier, l'a adoptée. L'hôpital Trousseau (Paris) aura quatre pavillons spéciaux et un de *douteux*. C'est une ressource qu'il faut toujours avoir, dans les grandes villes, pour les cas urgents et pour toutes les contagieuses, y compris le choléra (L. Colin), indépendamment du procédé suivant.

Le véritable isolement se fait dans des *Hôpitaux spéciaux*, soit que l'on réunisse dans le même hôpital, sous pavillons distincts, plusieurs formes de maladies contagieuses (variole et rougeole; variole, rougeole et scarlatine, etc.), soit que l'établissement soit exclusivement réservé aux varioleux. Le premier mode existe à Birmingham, Glasgow, Dublin, Manchester, Copenhague, à l'hôpital Moabit de Berlin; le second est celui des *Small-pox-hospitals*, dont on voit cinq à Londres, un à New-York, à Vienne (hôpital Margarethen), à Glasgow, à Naples. Pendant la guerre de 1870-71, les varioleux de Paris furent réunis à l'hospice de Bicêtre; les médecins des hôpitaux ont proposé l'utilisation, dans le même but, des postes-casernes, disséminés le long du rempart. En 1875, sur les instances de H. Gintrac, les varioleux de Bordeaux furent concentrés dans l'hôpital Pélegrin, que l'on affecta à leur usage exclusif; cette mesure, avec quelques autres, coupa court à l'épidémie.

Le Conseil municipal de Paris, à la date du 17 juin 1887, sur le rapport de Chautemps, a décidé la création, en dehors des fortifications, de deux hôpitaux d'isolement pour la variole et deux pour la rougeole et la dipththérie. En conséquence, un « Hôpital temporaire des varioleux » fonctionne à Aubervilliers. Il possède l'étuve à désinfection à vapeur, Geneste-Herscher et applique la désinfection des locaux au sublimé (voy. p. 495).

L'objection capitale contre les hôpitaux de varioleux n'est plus l'hypothèse de l'*hypervariolisation* des patients, mise à néant par Léon Colin, E. Widal, Isambert, Brouardel; mais la crainte d'en faire un foyer qui

répande la variole aux alentours. Le fait est que la variole se multiplie dans les quartiers qui possèdent un tel hôpital. Il s'agit moins d'un transport des germes par l'air à de grandes distances que de relations directes et malavisées des habitants avec l'établissement et son personnel. Mais les voisins réclament; les juges Anglais ont condamné les *Small-pox hospitals* de Hampstead et de Fulham, et les hôpitaux spéciaux de Londres, par arrêté de justice, ne doivent plus recevoir qu'un nombre restreint de varioleux. C'est, du reste, ce qui a amené le fonctionnement des navires hôpitaux établis à Long Reach, sur la Tamise, dont nous avons parlé.

Nous ne savons ce qu'il adviendra de l'hôpital spécial d'Aubervilliers, qui a déjà causé des protestations. Mais nous croyons qu'il est prudent de garder une bonne distance entre l'hôpital de varioleux et les habitations (au moins 30 mètres), de surveiller les visites des parents, les relations du personnel servant, d'user largement de la désinfection des effets de ce personnel et de ceux des malades, des lotions antiseptiques des personnes et des choses. D'ailleurs, les clients ne sortiront que guéris depuis un temps notable et plusieurs fois baignés. C'est le cas d'avoir, comme à Londres, une maison de convalescence et d'observation.

Il importe d'organiser le transport des contagieux urbains à l'hôpital spécial dans des conditions satisfaisantes de rapidité et de sécurité pour eux et pour les autres personnes.

Le *personnel de secours* n'est lui-même pas plus compromis par l'agglomération des varioleux qu'il ne le serait en soignant des varioleux disséminés. Il l'est même moins, en ce sens que cette concentration permet plus aisément de n'admettre à l'établissement que des infirmiers ou médecins rendus réfractaires par une variole antérieure ou par une revaccination réussie.

La règle générale est, d'ailleurs, de choisir pour infirmiers des hôpitaux d'isolement les individus qui, d'une façon ou d'une autre, ont perdu la réceptivité pour la maladie spéciale à laquelle ils vont avoir affaire : des variolés pour les hôpitaux de varioleux, des adultes pour la rougeole et la diphthérie, des hommes mûrs pour la fièvre typhoïde, etc.

2° *Vaccination et revaccination.* — Au-dessus de toutes ces mesures, il y a le moyen de supprimer la variole elle-même. Ce moyen existe en puissance ; c'est l'inoculation à l'homme, dès le début de la vie et renouvelée autant de fois qu'il est nécessaire, d'un virus analogue à celui de la variole de l'homme, emprunté à la vache (*cow-pox*), mais dérivant peut-être déjà du cheval (*horse-pox*), et cultivé par une série non indéfinie d'inoculations sur l'espèce humaine (*vaccin jennérien*), ou sur l'espèce bovine (*vaccin animal*). En d'autres termes, c'est la pratique des *vaccinations* et *revaccinations*.

Ce n'est pas ici le lieu de refaire l'histoire de la vaccine, d'étudier scientifiquement l'essence du vaccin, de décrire les procédés d'inoculation, de conservation, etc. Encore moins de démontrer l'efficacité de la vaccine ou de la défendre contre les imputations fantastiques dont elle a été l'objet de la part de quelques esprits, amoureux de l'hypothèse et

du paradoxe. Si nous parlions des accidents, d'ailleurs incontestables, de *syphilis vaccinale*, ce serait pour dire qu'ils peuvent être évités, même en pratiquant le vaccin jennérien; dans tous les cas, ils ne sont qu'une tache minuscule dans le tableau des bienfaits de la vaccine, ne justifiant en aucune façon le tort que l'on a failli faire, en leur nom, à la découverte de l'immortel philanthrope de Berkeley. Lotz estime à 750 infections sur plus de 100 millions de vaccinations faites en Europe depuis Jenner les cas de syphilis vaccinale connus. Mettons 1,000 pour tenir compte des cas non relevés, ce serait 1 syphilis sur 100,000 vaccinations. Cory, en Angleterre, a montré qu'il n'est pas si facile d'inoculer en même temps la vaccine et la syphilis. Après tout, nous avons la *vaccine animale*.

Depuis le commencement du siècle, les médecins recommandent la vaccine, la pratiquent et la propagent. Les gouvernements en ont fait une branche de l'administration et ont consacré des sommes importantes à l'extension de ce bienfait à tous les administrés, particulièrement aux groupes ignorants et pauvres, toujours les plus nombreux.

Mais on n'a pas tardé à s'apercevoir qu'il fallait, vis-à-vis des destinataires de la vaccine, un peu plus que des largesses et même que la persuasion. On a dû rendre la vaccine *obligatoire*. La patrie de Jenner ne s'y est pourtant décidée qu'en 1867, par le *Vaccination Act*, complété en 1871; l'Allemagne ne date sa loi de vaccination obligatoire (*Reichsimpfgesetz*) que du 1er avril 1875. La France n'en est qu'à la période de projets et de discussions parlementaires ou académiques. La Suisse a retiré, en 1883, l'obligation qu'elle avait.

L'Académie de médecine est en majorité favorable à l'obligation; le Congrès de Turin (1880) l'a demandée à la presque unanimité de ses membres[1]. Il serait étonnant que ce vœu du bon sens ne trouvât pas des contradicteurs même parmi les médecins; on a parlé de liberté individuelle, comme si la liberté de ceux qui ne veulent pas de la variole n'était pas aussi respectable que la liberté de ceux qui ne veulent pas de la vaccine ;... on a dit, en revanche, que la loi serait illusoire, parce que la sanction proposée est insignifiante, et que de bonnes dispositions administratives, avec les dépenses nécessaires, remplaceraient avantageusement la loi. Or, il est peu probable, si faible que soit l'amende, qu'on se fasse moins vacciner après la loi qu'avant, et, pour ce qui est des mesures administratives et des dépenses, la loi sera précisément la base sur laquelle on s'appuiera pour les demander. Elle sera un bienfait pour tous et n'obligera que l'État et les administrations. Sans le concours de celles-ci, la loi serait lettre morte, comme elle l'est en Russie et même sur quelques points de l'Allemagne et de l'Angleterre.

Après tout, la vaccination et même la revaccination obligatoires existent déjà, en France, pour une vaste catégorie d'individus, pour l'armée spécialement, où il arrive encore 6 à 7 p. 100 des recrues, qui n'ont jamais été vaccinées. La note ministérielle qui prescrit les vaccinations militaires date du 31 octobre 1857. De même, on ne conserve dans les lycées et les écoles les enfants qu'autant qu'ils se soumettent à la vaccination et à la revaccination. Or, l'instruction est obligatoire.

La vaccination obligatoire se justifie par le succès. Que l'on se reporte à la *statistique variolique* de l'armée (p. 1297). L'Allemagne a pu « rayer la variole des causes de décès », dit-on. C'est vrai pour l'armée de ce pays. Dans la population

civile, la Bavière a encore 50 décès varioliques par an, à cause du voisinage de l'Autriche, qui n'a pas la vaccine obligatoire. Mais Berlin, Hambourg, Breslau, Dresde, Munich, n'ont pas 2 décès varioliques annuels par 100,000 habitants. Il n'en est pas de même, à Londres, qui est soumise à la vaccination obligatoire, mais où cette loi salutaire a pour contrepoids la *Ligue antivaccinale*, produit Anglais et malencontreux.

Décès varioliques p. 100,000 hab.

	1879.	1880.	1881.	1882.	883.
Berlin...........	0,75	0,81	4,74	0,43	0,33
Londres.........	12,13	12,50	61,91	11,07	3,4

Paris et Saint-Pétersbourg ont encore 100 à 136 décès de la même cause pour 100,000 habitants.

Vaccination animale. — Le vaccin d'enfant, — en le choisissant, — est resté bon ; il ne faut pas le laisser perdre. Mais quand on est pressé et que l'on a affaire à des groupes nombreux ; quand on veut vacciner et revacciner largement et en tout temps, envoyer à distance et partout du vaccin, le virus aussi rare que précieux, recueilli sur l'enfant, n'est plus pratique. C'est pourquoi l'on recourt au *vaccin de génisse*, à la vaccination animale, qu'ont instituée Negri, Bousquet, Reiter, Palasciano, Lanoix. On dispose, quand on veut, de flots de vaccin, sans soupçon de syphilis, pris sur un animal dont on peut dédaigner les cris et dont la mère ne fait pas d'observation. Pour être absolument sûr de sa parfaite santé, on le tue après avoir recueilli son vaccin et l'on n'emploie celui-ci que si l'autopsie a démontré l'absence de toute lésion organique, spécialement de tuberculose, le seul virus étranger que l'on ait quelque raison de redouter (et encore). Les formes sous lesquelles s'emploie le vaccin animal sont celles de *lymphe*, obtenue de la rosée qui sourd après l'ouverture des pustules, ou de *pulpe* résultant du raclage de ces pustules. Celle-ci est bien plus active que celle-là ; il faut l'introduire par *scarification*. Mêlée de glycérine étendue, la pulpe se conserve plusieurs semaines et peut être expédiée en tubes fermés. Le point capital est d'observer l'*antisepsie* dans toutes les opérations, vis-à-vis de la génisse, des individus à vacciner, des instruments, du vaccin lui-même. Desséchée rapidement, la pulpe fournit un vaccin en poudre qui se conserve six mois et plus.

Il existe aujourd'hui des *Offices* ou *Instituts vaccinogènes*, c'est-à-dire produisant du vaccin animal, dans tous les pays. Quelques-uns sont presque célèbres (Bruxelles, Berlin, Hambourg, Naples, Rome, New-York). En France, Lanoix et Chambon en ont créé de particuliers à Paris ; Bordeaux (Layet), Lyon (Boyer), Montpellier (Pourquier), Nancy, etc., en ont fait des institutions municipales, et ce n'est pas notre faute si Lille n'a pas le sien. Nous nous sommes dédommagé en créant trois offices vaccinogènes militaires, temporaires d'ailleurs, dans la région du 1er Corps d'armée, par application de la décision ministérielle du 29 novembre 1886, qui rend la vaccination animale régulière dans l'armée. On doit, du reste, une bonne part de la faveur légitime dont jouit cette méthode à la persévérance de nos camarades, Antony, Longet, Vaillard, Vallin, Chatain, etc. Le maniement

du vaccin animal est devenu facile et sûr et les administrations publiques (Conseil municipal de Paris, ministère de l'Intérieur, etc.), n'hésitent plus à l'encourager moralement et matériellement.

Bibliographie. — VALLIN (E.). *La variole aux États-Unis* (Rev. d'hyg., III, p. 985, 1881). — EVERS. *Impfung und Pocken* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XIII, p. 561, 1881). — BOING (H.). *Zur Pocken und Impffrage* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XIV, p. 597, 1882). — LOTZ (Th.). *Erwiderung* (Ibid., p. 608). — MERRY-DELABOST. *Épidémie de variole dans la prison de Rouen* (Ann. d'hyg., VII, p. 385, 1882). — POLIN (H.). *Contribution à l'étude du rôle de la syphilis dans la vaccination* (Gaz. hebdom., p. 308, 1881). — VOIGT (L.). *Vaccine und Variola* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XIV, p. 385, 1882). — VALLIN (E.). *L'Institut vaccinogène d'Anvers* (Rev. d'hyg., IV, p. 633, 1882). — MEYER (Lothar). *Ueber Impfungen Lungenschwindsüchtiger im vorgeschrittenen Krankheitsstadium mit humanisirter Lymphe* (Eulenberg's Vierteljahrsschrift, XXXVII, p. 373, 1882). — LUBELSKI (G.). *Note sur la vaccination en Pologne, en Russie et en Finlande* (Rev. d'hyg., V, p. 463, 1883). — WARLOMONT (E.). *Traité de la vaccine*. Paris et Bruxelles, 1883. — VAILLARD. *Rapport sur le service de la vaccination animale à l'École du Val-de-Grâce* (Arch. de méd. milit., 16 août 1884). — ACKER (J.). *Die Uebertragbarkeit der Tuberculose durch die Vaccination* (Centr. bl. f. allgemeine Gesdpflg., III, p. 421, 1884). — PIZA (M.). *Kurze Arbeitung zur Züchtung, Conservirung und Verwendung animaler Lymphe* (Ibid., p. 195, 1884). — WOLFFBERG (S.). *Welchen Grad von Schutzkraft besitzt die animale Lymphe?* (Ibid., p. 267, 1884). — ROCHARD (J.). *L'organisation du service de la vaccine en France* (Rev. d'hyg., VII, p. 697, 1885). — LONGET (E.). *Étude comparative sur les revaccinations* (Gaz. hebd., nos 41-42, 1885). — STRAUS (I.). *La tuberculose est-elle transmissible par la vaccine?* (Soc. méd. des hôpitaux, 13 février 1885). — FRÖLICH. *Beitrag zur Wiederimpfung* (D. Vierteljarsschr. f. öff. Gesdpflg., XVII, p. 126, 1885). — WOLFFBERG (S.). *Ueber die angebliche allmähliche Zunahme der Pocken-Empfänglichkeit geimpfter Kinder* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpfl., V, p. 361, 1886). — UCKE (J.). *Die neueste Phase der Vaccination in Russland* (D. Vierteljahrs. f. öff. Gesdpflg., XIII, p. 487, 1886). — KARTH et VILCOQ. *Variole* (Dict. encyclop. des sc. médic., 1886). — SEMON und POELCHEN. *Ueber die animalen Impfungen in Danzig in den Jahren* 1885 *und* 1886 (D. Vierteljahrs. f. öff. Gesdpflg., XIX, p. 470, 1887). — BROUARDEL (P.). *Accidents survenus à la suite d'une série de vaccinations faites à Asprières* (Rec. des trav. du Comité consult. d'hyg., XVI, p. 9, 1887). — SCHULZ (M.). *Einige Versuche in Bezug auf kalberimpfung aus dem königl. Impf-Institute zu Berlin* (Ibid., p. 276, 1887). — REIMANN. *Ueber die Vaccination in Russland* (Ibid., p. 287, 1887). — MARTIN (A.-J.). *La pratique de la vaccination animale* (Gaz. hebdomad., no 30, 1887). — LONGET (E.). *Vaccin* (Dict. encyclop. des sc. méd., 1887). — GERSTACKER (Rud.). *Die historische Entwicklung und hygienische Bedeutung der Revaccination* (D. Vierteljahrsschr., f. öff. Gesdpflg., XX, p. 87, 1888). — VALLIN (E.). *Rapport d'ensemble sur les vaccinations et revaccinations faites dans le 3e Corps d'armée en* 1887 *et* 1888 (Arch. de méd. milit., XII, p. 321, 1888).

B. LES RUBÉOLEUX ET LES SCARLATINEUX. — La *rougeole* se distingue, comme la variole, par une ubiquité assez complète et une extrême puissance de diffusion. Bien que l'on n'en connaisse pas l'agent infectieux, il est probable qu'il est porté à distance par les farines épidermiques, détachées de la peau des convalescents et, sans doute, par les sécrétions oculaire, nasale, bronchique, dont les linges, les ustensiles, la personne, peuvent être le véhicule (ce qui fait que la rougeole est contagieuse dès le début). Elle inspire moins de terreur que la variole et, dans tous les cas, ne défigure pas comme elle; pourtant, elle ne laisse pas que d'être très meurtrière. Elle l'est plus que la variole, dans l'armée. Sa gravité dépend surtout du terrain, et elle fait d'effroyables ravages sur les enfants pauvres, en état de vitalité médiocre. Il y a donc des mesures d'isolement à prendre pour préserver ces groupes, la rougeole n'ayant pas son vaccin. On s'en préoccupe moins que de toute autre affection contagieuse; elle est, d'ail-

leurs, peu commune et peu grave chez la plupart des adultes. Néanmoins, il est évident qu'il faut, dans les hôpitaux, ne pas mêler les rubéoleux aux autres malades et leur appliquer les mesures d'isolement dont on dispose. Il n'est pas rationnel de les mélanger aux varioleux ou aux scarlatineux ; les fièvres éruptives ne s'excluent pas chez le même individu : à Londres, les rougeoles ne sont pas reçues dans les *Small-pox-hospitals* ni dans les *Fever-hospitals*. A Saint-Pétersbourg, le *Nouvel-Hôpital des enfants* « possède dans ses dépendances un bâtiment d'isolement divisé en quatre sections, chacune ayant son escalier, son entrée, son jardin, son personnel, sa literie, sa lingerie, etc. Ces sections sont destinées, l'une à la diphthérie, la deuxième à la variole, la troisième à la scarlatine, la *quatrième à la rougeole*. L'hôpital contient en outre des *salles isolées* pour les syphilitiques, pour les ophthalmies purulentes, pour les teignes, *pour les opérés du croup*, pour la coqueluche et pour le typhus » (Em. Vidal, cité par Vallin).

La nécessité d'épargner aux « opérés du croup » la promiscuité avec les autres enfants atteints de fièvres éruptives ressort des faits navrants signalés par Laborde : sur 22 enfants ayant subi la trachéotomie à l'Hôpital des enfants, 14 sont morts, savoir : 4 de scarlatine, 5 de rougeole, 5 de variole. Sur 9 opérés de Bricheteau (1859), 8 sont morts de fièvre éruptive intercurrente, dont 4 de rougeole et 4 de variole. L'un d'eux avait même eu successivement la scarlatine, puis la rougeole.

Le sectionnement indiqué est donc ce qu'il y a de mieux à faire, à moins que l'on ne sépare davantage encore le bâtiment d'isolement et que l'on n'en fasse un hôpital spécial, baraqué, muni d'appareils à désinfection. — D'ailleurs, il est bon de noter que, quand on dispose de quatre sections d'isolement, on peut en réalité suffire à plus de quatre maladies ; parce qu'il arrive que, pendant des mois, il n'y a pas de rougeole, ou pas de scarlatine, ou pas de variole, et que l'on peut mettre des typhiques ou d'autres dans l'un des compartiments vides.

La *scarlatine*, comme la rougeole, intéresse beaucoup plus les jeunes sujets que les adultes; c'est donc surtout vis-à-vis des hôpitaux d'enfants qu'il faut se préoccuper de l'isolement. On sait que la scarlatine est presque une *maladie anglaise;* les hôpitaux de Paris n'en ont reçu que 535 cas en cinq ans; dans la seule année 1875, les hôpitaux métropolitains de Londres en reçurent 1,191 cas. Peut-être serait-elle plus grave chez nous. Mais la scarlatine présente toujours le singulier caractère que lui avait reconnu Sydenham de varier énormément de gravité d'une période à l'autre et d'intensité de transmission. A Londres, les *Fever-hospitals* ont habituellement un pavillon pour le typhus, un pour la fièvre typhoïde, *un pour la scarlatine* et un dernier pour les autres maladies infectieuses, sauf la rougeole. A Paris, on se borne à lui consacrer, dans les bâtiments communs, une salle un peu reculée. Vallin conseille de lui réserver « dans un des hôpitaux d'enfants, un pavillon séparé, sans communication avec les autres parties de l'hôpital; le personnel affecté au service coucherait dans le pavillon, mais pourrait n'être pas astreint à une réclusion aussi sévère que dans les services de varioleux. » Il faut recommander aux parents qui visitent leurs malades de ne pas amener d'enfants avec eux. Enfin, le miasme scarlatineux jouissant d'une ténacité particulière vis-à-vis des ob-

jets à l'usage ou au voisinage des malades, il importe d'insister sur la désinfection de ces objets.

C. Les diphthéritiques. — Malgré les discussions de mots qui ont obscurci la question de nosologie, la *diphthérie* est une maladie générale, infectieuse, probablement transmissible par l'intermédiaire du milieu atmosphérique et certainement par le contact direct, quoique les essais d'inoculation de Peter n'aient pas réussi. On voit très bien les foyers s'étendre de proche en proche sur une région, et Bertillon a pu mettre en rapport la grande mortalité diphthéritique du quartier des Quinze-Vingts avec le voisinage de l'hôpital Sainte-Eugénie, comme il avait fait de l'Hôtel-Dieu annexe et de la variole du quartier de la Sorbonne. Mais ici, bien plus encore que pour la variole, la diphthérie, dont les produits sont humides, a pu être propagée par les contacts directs ou indirects, les visiteurs, les infirmiers, etc.

Familière aux groupes vivant dans les conditions de misère et de malpropreté qui favorisent déjà l'expansion de la fièvre typhoïde, prospérant mieux par le froid humide, en hiver et au printemps, que dans d'autres circonstances, la diphthérie est encore plutôt une maladie de l'enfance que de l'âge adulte, bien qu'elle n'épargne pas celui-ci. D'après la statistique de Lombard (de Genève), elle causerait, en France, les 20 millièmes de tous les décès. Elle est très grave, dans les hôpitaux ; à Paris, sa léthalité est aux environs de 70 p. 100; en 1877, sur 934 cas, il y a eu 636 morts. Quant à la propagation, on a formulé cette loi que, sur 100 cas, 15 à 20 ont été contractés dans les salles par contagion.

En raison, sinon de la subtilité de son miasme, au moins de la gravité de ses coups, la diphthérie est justiciable des mesures d'isolement dont il a été question à propos des éruptives. Ici, encore, l'isolement est plus particulièrement applicable aux hôpitaux d'enfants; il est pratiqué en Danemark, en Russie, en Suède et Norwège; à Paris, on a élevé un pavillon de diphthéritiques au milieu des jardins de l'hôpital Sainte-Eugénie. Nous avons vu plus haut que l'on va faire mieux encore (p. 1335).

D. Les typhiques et les typhoïsants. — Ces malades paraissent moins dangereux par eux-mêmes que par les foyers qui se sont prêtés à la repullulation du poison spécifique. Isolés du sol et de l'atmosphère infectés, ils n'ont presque plus de pouvoir de dissémination morbide, à moins d'être transportés dans un autre milieu tout à fait apte à devenir lui-même foyer de typhus ou de dothiénentérie. Ce pouvoir est encore plus faible chez les typhoïsants que chez les typhiques; alors que l'on a vu de ces derniers (retour de Crimée : Marseille, Avignon, Val-de-Grâce) créer encore, loin du foyer originel, des foyers secondaires de moins en moins vivaces, il est si rare que les typhoïsants aient manifesté une sérieuse puissance de transmission personnelle que, dans les hôpitaux civils ou militaires de France, d'Allemagne et jusqu'à un certain point d'Angleterre, on les traite au milieu des maladies banales, tout en ne niant pas la con-

tagiosité. Cependant, les cas intérieurs observés par nous et, depuis, par Quinquaud, A. Laveran, Ollivier, etc., nous ont décidé à prescrire, dans les hôpitaux militaires, l'isolement des typhoïsants.

On ne doit pas moins *désinfecter les selles* des malades avec la solution phéniquée à 5 p. 100, éviter d'agiter leurs draps quand on les change, pour ne pas répandre les poussières fécales, désinfecter à l'étuve les effets, linges, literie, traiter le local par la pulvérisation de sublimé.

Étant connue cette subordination de la fièvre typhoïde à son foyer, il y a là une indication formelle pour les cas où il s'agit de couper court à une épidémie locale. Si la garnison d'une caserne est en proie à la dothiénenterie, on n'a qu'à quitter cette caserne et à mettre en route la troupe pour une autre direction ; que l'on fasse camper ou que l'on cantonne cette troupe, l'épidémie cesse généralement. Il se passe même ce fait curieux, que les soldats ne transmettent pas la maladie à la population des villages qu'ils traververserent. Toutefois, il est évident que le campement présente à cet égard plus de sécurité que le cantonnement.

Le typhus exanthématique étant aussi commun en Angleterre et en Irlande qu'il est rare en France, et l'enquête de Murchison (1860) ayant prouvé que le maintien d'un seul typhique dans une salle était suffisant pour propager la maladie dans le reste de l'hôpital, on ne peut qu'applaudir à l'existence des deux *Fever-Hospitals* de Londres et de ceux de Manchester, Glasgow, Dublin. Ces hôpitaux, à vrai dire, reçoivent aussi, en pavillons distincts, d'autres maladies infectieuses, en particulier la scarlatine et la fièvre typhoïde. On a soin d'en prendre le personnel parmi des gens qui ont eu déjà le typhus et d'appliquer les meilleurs procédés de désinfection. L'on n'a pas remarqué que la concentration des typhiques augmentât le typhisme.

E. Les femmes en couche et la scepticémie puerpérale. — (Voy. *Maternités*, p. 1326).

F. Les scepticémiques chirurgicaux. — La contagiosité des accidents septicémiques est active et rapide, soit que l'air suffise à transporter le poison des plaies, soit que les chirurgiens et leurs aides s'en chargent sans le savoir. Cette contagiosité ne s'exerce que sur d'autres blessés, ayant une lésion tégumentaire, mais les conséquences en sont si ordinairement fatales, que l'isolement complet des blessés septicémiques est une nécessité impérieuse. Seulement, l'observation constante des ambulances de guerre a démontré que la réunion de plusieurs scepticémiques dans le même local n'est plus indifférente : la concentration des malades accroît la gravité de la maladie. « L'isolement collectif, dit Vallin, ne suffit plus, il serait presque certainement nuisible ; ce qu'il faut, c'est l'isolement individuel, prophylactique autant que curatif, s'il est combiné avec la dissémination ; et celle-ci joue peut-être le rôle le plus important. » Les moyens antiseptiques modernes rendent la situation moins fréquente et la simplifient.

G. Les phthisiques et les dysentériques. — En Italie, les *phthisiques* sont traités comme contagieux, en salles spéciales. Il n'est pas impossible que cette pratique s'étende quelque jour.

Le *Congrès de la tuberculose* (1888) a accentué cette tendance. Il a même

paru incliner vers les hôpitaux spéciaux, comme il en existe, d'ailleurs, à Londres (*City road*, *Brompton*, *Mount Vernon*, *île de Wight*, etc.). On peut y arriver en adoucissant les formes de cette quarantaine et en montrant aux phthisiques la curabilité de leur affection, qui sera un fait de plus en plus certain désormais. D'ailleurs, en famille et à l'hôpital, il faut détruire la virulence des crachats (V. p. 492).

A Copenhague, l'hôpital des varioleux comporte trois divisions : les varioleux, les typhiques et les *dysentériques*. Cette dernière paraîtra superflue à la plupart des médecins français.

Finalement, « la liste des maladies qu'il faut isoler doit être plutôt restreinte qu'étendue outre mesure ». (Vallin, Dubrisay et Napias.)

II. Les syphilitiques. — A l'hôpital, on *sépare*, plutôt qu'on n'isole, les syphilitiques ; mesure de convenance, d'ordre et de propreté intérieure, non de protection vis-à-vis des autres malades. Le virus syphilitique est fixe ; ce n'est pas à l'hôpital, d'ordinaire, que l'on contracte la vérole. Il est néanmoins indispensable que les linges des vénériens ne servent qu'à eux et que les chirurgiens se refusent l'emploi, chez d'autres personnes, des instruments dont ils ont fait usage sur des syphilitiques.

La prophylaxie de la syphilis et la quarantaine des vénériens est ailleurs qu'aux hôpitaux, quoiqu'on fasse bien de les leur ouvrir, à l'encontre de ce qui se passait au temps de ce bon roi Louis XII, où on les expulsait de Paris, permettant du reste « qu'ils aillent où bon leur semblera », disséminer le plus possible le mal dont ils étaient porteurs.

On sait que la syphilis peut se transmettre dans les relations les plus ordinaires (verres, cuillers d'usage commun, pipes empruntées), dans certains actes industriels (syphilis des souffleurs de verre), par les accoucheurs et les sages-femmes, par les chirurgiens, par la vaccine, par les nourrices et les nourrissons. Mais la source habituelle, ce sont les rapports sexuels, dans quelqu'une de ces conditions variées et multiples, qui se résument d'un mot : la *prostitution*.

La prostitution est *publique*, *clandestine* ou *cachée*. La police sanitaire n'a entièrement prise que sur la première, dont les clientes sont d'autant moins nombreuses que celles des autres formes sont plus libres et plus recherchées. En Angleterre, en Allemagne et même en Italie, on s'efforce de réduire la prostitution publique et de se rapprocher de la liberté de la prostitution, au nom de la liberté individuelle. En France et en Belgique, on a cherché, plus autrefois qu'aujourd'hui (les défenseurs de la prostitution libre en sont cause), à réglementer la prostitution, c'est-à-dire à protéger la prostitution publique au détriment des deux autres et à faire tomber même dans la première les femmes qui exercent la prostitution clandestine. Ce procédé est dangereux et a prêté à des abus ; ce qui motive les protestations des adversaires de la réglementation.

Cependant, il est certain que la prostitution libre (ou clandestine) est dangereuse, plus dangereuse que l'autre, sans parler de son exhibition cynique sur les trottoirs et dans les cafés, estaminets ou brasseries. L. Le Fort (1869) relevait, à Paris, 1,761 cas de maladies vénériennes provenant de la prostitution clandestine contre 780 dus aux maisons publiques. E. Mathieu a remarqué qu'il y a 85 syphilitiques p. 1000 chez les gardes de Paris, les Sapeurs-pompiers, les gendarmes, qui ont des maîtresses, alors que l'on n'en compte que 7 p. 1000 chez les hommes de l'infanterie, qui n'ont

pas le moyen de s'adresser à d'autres qu'aux filles de maisons ou aux coureuses de bas étage. En Angleterre, avant les *Contagious diseases Acts* (1864-1869), il y avait dans les stations navales 180 soldats ou matelots p. 1000, atteints de maladies syphilitiques ou vénériennes. Le chiffre tomba à 54 p. 1000, après l'introduction de la visite obligatoire des prostituées. Depuis 1883, la Ligue de la prostitution libre ayant fait abroger les *Contagious diseases Acts*, la proportion des vénériens est remontée a 134 p. 1000. En Prusse, où la prostitution, à demi libre, est surveillée dans l'armée, on a 25 vénériens p. 1000, contre 130 dans le temps de la liberté (1845-1851). C'est la même chose à Bruxelles, où les revendications de la Ligue ont fait fléchir l'application fort sage du règlement de 1877.

Il y a évidemment, une organisation de prophylaxie à constituer.

Nous reproduisons celle que l'Académie de médecine a entrevue (1888), comme conclusion du rapport très savant et très moderne de A. Fournier, dans les vœux suivants, destinés à être soumis au ministre.

1. L'Académie appelle l'attention de l'autorité sur les développements qu'a pris la provocation sur la voie publique, et en réclame une répression énergique.

2. Elle estime qu'il y a nécessité manifeste d'assimiler à cette provocation de la rue, divers modes non moins dangereux qu'a revêtus, surtout de nos jours, la provocation publique, à savoir : celle des boutiques ; — celle des brasseries dites « à femmes » : — et, plus particulièrement encore, celle des débits de vins.

3. Elle signale à l'autorité d'une façon non moins spéciale la provocation qui rayonne autour des lycées, des collèges, et qui a pour résultat l'excitation des mineurs à la débauche.

4. Ces divers ordres de provocation ayant pour conséquence la dissémination des maladies syphilitiques, l'*Académie réclame des pouvoirs publics une loi de police sanitaire* réglant et fortifiant l'intervention administrative, en particulier à l'égard des mineurs, et permettant d'atteindre la provocation partout où elle se produit.

5. La sauvegarde de la santé publique exige que les filles se livrant à la prostitution soient *soumises à l'inscription et aux visites sanitaires*.

6. Si l'inscription n'est pas consentie par la fille à qui l'administration l'impose, elle ne pourra être prononcée que par l'autorité judiciaire.

7. Toute fille qui sera reconnue, après examen médical, affectée d'une maladie vénérienne, sera internée dans un asile sanitaire spécial.

8. Les filles inscrites seront soumises à une visite hebdomadaire, visite complète et de date fixe.

Hospitalisation, traitement. — 9 à 13. Ces articles demandent un nombre de lits suffisant dans les hôpitaux, ou mieux, des hôpitaux spéciaux pour le traitement des maladies vénériennes, avec consultations gratuites, délivrance gratuite de médicaments, en somme *un service spécial* pour le traitement des affections vénériennes dans chaque chef-lieu de département.

Réformes dans l'enseignement. — 14 à 18. Ces articles ont pour but d'ouvrir librement tous les services de vénériens ou de vénériennes (y compris ceux de Saint-Lazare) à tout étudiant en médecine à seize inscriptions ; — d'imposer un stage dans un service de vénériens (ou de vénériennes) à tout aspirant au doctorat ; — de mettre au concours « le recrutement du personnel médical chargé de la surveillance des filles inscrites au dispensaire de salubrité publique et celui du personnel chargé du traitement des vénériennes à Saint-Lazare (ou dans l'asile hospitalier qui sera substitué à Saint-Lazare).

Syphilis dans l'armée et dans la marine. — 19. Assurer la rigoureuse exécution des règlements militaires, notamment en ce qui concerne les visites de santé, la

recherche des foyers de contagion, l'abandon de toute mesure disciplinaire à l'égard des soldats affectés de maladies vénériennes.

20. S'efforcer de combattre les progrès incessants de la prostitution clandestine, d'une part, en éclairant les soldats sur les dangers de cette prostitution spéciale et, d'autre part, en réclamant le concours des autorités civiles pour l'assainissement de certains foyers de contamination, soit dans les villes (débits de vins), soit aux alentours des camps.

21. Assurer aux soldats syphilitiques, dont le traitement a été commencé à l'hôpital, la possibilité de continuer à leur corps et sous la direction des médecins de leur régiment le traitement ultérieur nécessaire à leur guérison.

22. En ce qui concerne la marine, il est à désirer qu'à bord des bâtiments de guerre une visite médicale de l'équipage soit faite avant l'arrivée dans chaque port, afin d'interdire la communication avec la terre des hommes qui seraient contaminés, toutes les fois que la durée de la traversée rendra cette mesure nécessaire.

23. Il est absolument essentiel que, dans toutes les villes du littoral, notamment dans les grands ports de guerre ou de commerce, un service régulier et rigoureux soit institué pour la surveillance et la visite médicale des prostituées, en vue de prévenir les contaminations que contractent si fréquemment les marins dans les ports de relâche ou de débarquement, et que les filles reconnues malades soient traitées à l'hôpital jusqu'à guérison complète des accidents transmissibles.

L'Angleterre ne laisse pas que d'être embarrassée de la liberté de la prostitution et, après avoir rapporté, en 1883, les *Contagious diseases Acts*, la Chambre a voté, en août 1885, deux lois ayant pour but de protéger les filles mineures et de supprimer les *brothels*.

A Berlin, il y a des filles inscrites (*Unter Controle*), obligées de se présenter à des visites régulières, et des non inscrites (*Nicht unter Controle*), que la police oblige quelquefois (dans la proportion de 2 p. 100 environ des inscrites) à subir la visite. On compte environ 4,000 filles inscrites, donnant lieu à cent mille visites par an. Elles envoient un millier des leurs à l'hôpital par an, ou 1 p. 100 examinées, tandis que les non inscrites fournissent 300 entrées, ou 16 p. 100 examinées.

Bibliographie. — Gähde (Fr.). *Das Brüsseler Prostitutions-Reglement* (D. Vierteljahrsch. f. öff. Gesdpflg., XII, p. 606, 1880). — Sormani (J.). *La prophylaxie des maladies vénériennes* (Rev. d'hyg., III, p. 897, 1881). — Mathieu (E.). *De la fréquence des maladies vénériennes dans l'armée* (Rec. de mém. de méd. milit., XXXVIII, p. 433, 1882). — Mauriac (C.). *De la contagion des maladies vénériennes dans la ville de Paris* (Ann. d'hyg., VIII, p. 1882). — Vibert. *Rapport sur la prostitution dans ses rapports avec la police médicale, avec la transmission et la prophylaxie des affections syphilitiques* (Rev. d'hyg., V, p. 912, 1883). — Després (A.). *La prostitution en France*, Paris, 1883. — Pelmann (C.-C.). *Ueber die Stellung des Staates zur Prostitution* (Centr. bl. f. allgem. Gesdpflg., IV, p. 181, 1885). — *La répression de la prostitution en Angleterre* (Semaine médicale, p. 438, 1885). — Lutaud. *La prostitution en Angleterre* (Ann. d'hyg., XV, p. 414, 1886). — Foller (von). *Statistische Notizen aus den ärztlichen Thätigkeit bei den Berliner Sittenpolizei* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XVIII, p. 238, 1886). — Fournier (A.), Diday (P.), Lefort (L.), Trélat (U.), Legouest, Roussel (T.), etc., *Sur la prophylaxie publique de la syphilis* (Acad. méd., 1887-1888). — Focke (O.). *Die Prostitution in ethischer und sanitärer Beziehung* (D. Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdpflg., XX, p. 121, 1888).

Infectieuses exotiques. — La peste. — On ne sait pas si la *peste d'Athènes* (499 av. J.-C.) était le même fléau que nous qualifions aujourd'hui de ce nom. Il y a encore des incertitudes vis-à-vis de la *peste Antonine*, en l'an 165 de notre ère; mais les descriptions relatives à la *peste Justinienne*, en 542 (Procope) et surtout à l'effroyable *peste noire* de 1348, ne permettent guère de mettre en doute

l'identité du fléau qui marqua ces dates lugubres avec celui qui paraît encore nous menacer aujourd'hui du côté de l'Orient.

La peste fut familière à l'Europe et à la France en particulier, du quinzième au dix-huitième siècle. On la retrouve même en Moldo-Valachie de 1828 à 1829. Depuis lors, elle semble avoir abandonné l'Occident. Elle avait même disparu, en 1844, de l'Égypte, qui avait été longtemps son foyer endémique traditionnel, lorsqu'un nouveau foyer se révéla dans la Cyrénaïque (Benghazi, 1858 et 1874) : puis, elle fut signalée en Perse (1863 et 1870), en Mésopotamie (Tholozan, 1867), venant peut-être de l'Inde (peste de Pali, 1815-1838); dans les montagnes de l'Assyr (Arabie), en 1874 ; et enfin, comme si un courant de pèlerins ou de marchands, de soldats quelquefois, l'avait dirigée depuis quelques années vers la mer Caspienne, ella a fait (1876-1877), une réapparition en Europe par Astrakhan et les bouches du Volga, ayant remonté le fleuve jusqu'à une petite localité qui restera célèbre, Vetlianka.

Hirsch a noté que les limites d'endémicité de la peste représentent, dans l'ancien monde, une vaste zone entièrement au nord du 20e degré de latitude nord, depuis le Maroc jusqu'aux mers de Chine, ne dépassant point le Sahara au sud, mais s'élevant, au nord, jusqu'à Stockholm et l'Islande (1402 et 1493). Elle n'a pas visité l'Amérique.

Les influences telluriques lui paraissent indifférentes ; elle prospère, dans l'Hindoustan, à 3,000 mètres d'altitude, comme entre le Tigre et l'Euphrate, sur les bords marécageux du canal d'Hindieh.

Il est fort remarquable qu'ayant ses foyers d'endémicité dans des contrées chaudes, elle s'étende plus volontiers vers les régions tempérées et que son activité épidémique, plus intense dans la saison froide, s'éteigne régulièrement en été.

La malpropreté, la misère, la famine, n'ont joué, au moyen âge, et ne jouent probablement encore aujourd'hui, chez les Arabes, les Cosaques, que le rôle de préparateurs du terrain. Mais, comme pour tous les typhus, ce rôle secondaire a tellement d'importance qu'il est possible que l'Europe moderne doive aux progrès de l'hygiène et de la civilisation d'être débarrassée de la peste.

La peste est transmissible et transportable; mais le malade même paraît jouer un rôle médiocre, comme agent contagionnant. Il est plutôt dangereux par les effets qu'il porte et qui sont imprégnés de l'atmosphère du foyer d'où l'individu provient; des étoffes, des marchandises, de la même provenance, sont aussi dangereuses. On a vu maintes fois (Léon Colin) des individus, fuyant une ville infectée, avoir la peste pour eux seuls dans le milieu où ils se réfugiaient.

Le pouvoir de transmission est incontestablement dans le foyer (Desgenettes, Rigaud, Laval). Celui-ci devient d'autant plus actif que les malades s'y multiplient davantage. D'où l'absurdité cruelle de la mesure, autrefois pratiquée, de rejeter dans la ville pestiférée, même à coups de fusil, les habitants qui cherchaient à s'éloigner. Plus qu'aucun typhus, la peste (qui est elle-même de la famille des typhys) meurt de la dissémination et de l'éparpillement des foyers.

Les navires, à titre de moyen d'éloignement du foyer, paraissent à Léon Colin peu propres à entretenir et à transporter la peste. Cette opinion ne se confirme que de la part des navires en bonnes conditions de salubrité et particulièrement d'aération, cas assez rare. Le fait est qu'autrefois les navires étaient fréquemment le véhicule du fléau. Notons, toutefois, ce fait très important vis-à-vis des mesures quarantenaires, que la peste n'est pas plus de six jours à éclater, après l'embarquement, si on l'a réellement introduite à bord.

Nous envisagerons d'ensemble la pratique des quarantaines (*Hygiène internationale*). En ce qui concerne les pestiférés, ce qui vient d'être dit permet de poser les règles suivantes pour la manière de les traiter.

On placera les pestiférés hors des villes, mais on mettra tout le soin possible à ne pas les réunir en collection dans un même local. Les ressources de la ventilation et de la désinfection seront mises en œuvre avec la plus grande activité, pour empêcher les malades de reformer les foyers. Les habitants seront avertis d'avoir à se disperser. On ne s'opposera pas même à ce qu'ils emportent des malades, lorsqu'ils auront le moyen de les soigner en plein air.

La fièvre jaune. — Le foyer originel du *vomito* est le golfe du Mexique ; ou plutôt la vaste étendue de côtes qui se déroule de la frontière sud des États-Unis aux bouches de l'Orénoque. La côte africaine de l'Atlantique, de Sierra-Leone à l'embouchure du Congo (8° lat. S.), constitue un autre foyer, peut-être secondaire, mais aujourd'hui permanent (Pym et Audouard le croyaient primitif).

Trois faits caractérisent l'endémicité de la fièvre jaune, savoir : 1° la température moyenne de 20 à 25 degrés; 2° la situation littorale; 3° l'altitude nulle.

A la Vera-Cruz, berceau classique du vomito, la malpropreté règne partout, à un haut degré; la ville est bien ouverte du côté de la mer et, cependant, la fièvre jaune frappe de préférence les quartiers maritimes, mal habités et mal hantés. Le fléau y existe toujours; seulement il revêt la forme épidémique de mai à septembre. Les épidémies apparaissent et se succèdent sans régularité, coïncidant toujours avec l'afflux d'étrangers, c'est-à-dire d'individus réceptifs. On les signale seulement depuis le commencement du dix-huitième siècle.

Les indigènes n'y participent presque pas. Les nègres (étrangers) ne sont pas indemnes, mais sont beaucoup moins maltraités que les blancs. Le bataillon égyptien (453 hommes) de la guerre du Mexique n'a pas eu de malades; à la Nouvelle-Orléans (*Circular* n° 1, Washington), on a eu sur :

1000 soldats blancs...............	866 malades.	256 décès.
1000 — noirs................	521 —	73 —

Le vomito est une maladie tout à fait à part; cependant, ce qui vient d'être dit des conditions de ses foyers permet de le rapprocher beaucoup plus du typhus que des maladies telluriques et, en particulier, de la malaria. Les faubourgs de la Vera-Cruz sont marécageux et ont des fièvres palustres, mais non le vomito. Hirsch, Fuzier, L. Colin, ont soigneusement relevé ce fait et d'autres analogues.

Le foyer africain n'a jamais guère irradié que sur le Sénégal et Gorée ; mais le foyer américain envoie ses effluves jusqu'au Canada et jusqu'à Southampton (1852), par delà le 50e degré de latitude N., en même temps qu'à Montevideo, sous 35° de latitude S. A l'est, il a atteint Livourne et, à l'ouest, la côte du Pacifique. En Europe, divers ports de l'Espagne et même des villes de l'intérieur (Cadix, Gibraltar, Carthagène, les côtes d'Andalousie, Murcie, Valence, Malaga, Barcelone), Lisbonne, Livourne, Southampton ; en France, Marseille, Brest, Saint-Nazaire, ont recueilli le fléau et en ont été plus ou moins cruellement éprouvés.

Même au Mexique, la fièvre jaune ne s'avance que très peu et rarement dans l'intérieur des terres. Jamais elle ne se propage sur les hauteurs, et les cas importés y restent stériles, ainsi que cela est arrivé maintes fois à nos soldats (1864-1866), à Orizaba, Puebla, Mexico. Quelques cas seulement se répandirent à Cordova.

Jamais les villes d'Europe n'ont fait la fièvre jaune ; elles l'ont toujours reçue, au moment où il y avait réveil épidémique au foyer. Le trait d'union habituel est le navire. Celui-ci n'a pas pris, en général, l'infection pour avoir séjourné dans les eaux et au contact de l'atmosphère de la ville atteinte; mais parce que des

hommes et surtout des marchandises (coton, sucre, charbon) ont porté à bord une portion des émanations morbides du foyer. A vrai dire, la plupart des navires sont constitués (la cale surtout) pour conserver au mieux cette portion d'atmosphère miasmatique. Lorsque l'*Anne-Marie*, apporta la fièvre jaune à Saint-Nazaire en 1861, les matelots n'étaient ni ne furent malades et ne provoquèrent aucun cas autour d'eux ; ce furent les hommes employés au déchargement du navire qui prirent la fièvre jaune et la disséminèrent dans leurs relations à terre. Ainsi, l'homme ne paraît pas être le véhicule nécessaire de la fièvre jaune, et le malade ne paraît ni être indispensable ni constituer l'agent de transmission le plus redoutable. Le docteur Chaillou (du Montoir) prit la fièvre jaune, et en mourut, en soignant un malade ; mais ce fait ne prouve pas que le médecin n'ait point subi l'influence d'un foyer, transporté et entretenu par le malade même.

Pour que la fièvre jaune éclate sur un point de l'Europe, il faut : 1° qu'un navire arrive ; 2° que ce navire ait été au contact d'un foyer. La *prophylaxie* s'applique : — a. *au foyer :* n'y mettre que des garnisons d'acclimatés ; le fuir le plus vite possible pour l'intérieur ou les hauteurs. L'altitude de 600 à 800 mètres, qui est celle du *camp* Jacob, à la Martinique, et de Newcastle, à la Jamaïque, suffit à conférer l'immunité. — Pour rien au monde, n'établir de cordon sanitaire. — Quand l'hiver s'approche, le foyer s'éteint de lui-même ; — b. *au navire :* le maintenir propre et aéré ; mettre le cap sur le nord ou sur le sud, selon les convenances, si la fièvre jaune y éclate pendant qu'il navigue dans les mers intertropicales. Envoyer les les passagers à l'intérieur des terres, dès le débarquement, après bain et désinfection ; puis, flamber le navire, comme a fait Mélier de l'*Anne-Marie*, ou le désinfecter à la vapeur chaude, au sublimé : — c. *aux malades :* installer des hôpitaux hors ville, sur une hauteur, à pavillons (baraques) disséminés.

Puisque la fièvre jaune ne nous vient jamais par terre, elle légitime la quarantaine maritime et s'y prête mieux que tout autre fléau exotique.

Le choléra. — Quant au mode pathologique, le choléra est de tout temps et de tous lieux (L. Laveran) ; dans nos contrées, le *choléra nostras* est une maladie saisonnière, d'été et d'automne (Hippocrate, Arétée). Il est à l'état d'endémie dans l'Inde ; les Védas en font mention.

Les conditions *telluriques* du berceau du choléra sont les suivantes : plaines basses, sol d'alluvions, fréquemment inondé ; espaces incultes, jungles ; fleuves à cours lent, à méandres multiples et à bras morts, arrivant à la mer par des deltas immenses, déprimés, marécageux. Le *climat* est chaud, mais avec des alternatives brusques et extrêmes ; des orages fréquents, des pluies torrentielles, des vents violents et périodiques, le caractérisent. L'*hygiène* des habitants est nulle ; ils sont pauvres, ignorants, fanatiques, malpropres et voués à l'alimentation végétale presque exclusive. Ils subissent les conséquences de la conquête anglaise, tout en gardant leurs habitudes religieuses, les pèlerinages et les rassemblements énormes de peuple dans les lieux sacrés, l'inhumation des cadavres dans le sein du dieu Gange.

Le maximum d'intensité des épidémies est dans la saison chaude (Voy. p. 66). « Le développement du choléra, dans les foyers originels, s'accorde mieux avec la théorie de l'infection miasmatique qu'avec celle de la contagion. Aux Indes, les indigènes ne fuient pas la maladie, ils fuient les localités infectées *en emportant les malades.* » (L. Laveran.)

De 1781 à 1817, les épidémies de choléra, aux Indes, se multipliaient sur les indigènes et sur les troupes anglaises. En 1817 eut lieu la fameuse épidémie de Bundelcund, sur les bords du Sind, qui coûta 15,000 hommes à l'armée du marquis de Hastings et qui passe pour avoir été le point de départ de l'effroyable première visite du fléau à l'Europe; le lieu et la date exacts sont : Jessorah, le 19 août 1817.

Le choléra ne prit pied, toutefois, à Astrakan, que le 22 septembre 1823. Il voyageait alors par terre, avec les caravanes, et avait besoin que de nouveaux arrivages vinssent le renforcer aux étapes où il s'arrêtait. Il ne s'étendit à l'Europe qu'après une nouvelle apparition à Astrakan, le 21 juin 1830. De là, il gagna Moscou, Varsovie (14 avril 1831), les ports de la Baltique, l'Allemagne (juillet 1831), Londres, le 10 février 1832, et il débarqua à Calais, le 15 mars suivant, pour être à Paris, le 26. En France, 52 départements furent atteints, et le nombre des morts dépassa probablement 100,000.

La deuxième épidémie générale (1841 et 1842) reproduit assez exactement l'histoire de la précédente, sauf la gravité.

La troisième grande épidémie européenne (1852-1854) donne lieu à discussion, au point de vue de l'origine et de la translation du fléau. Peut-être ne dépend-elle point d'un réveil épidémique dans l'Inde; il s'agirait simplement d'une reviviscence des germes cholériques conservés et acclimatés dans l'Europe nord-orientale (Silésie, Pologne, Prusse). Dans tous les cas, elle fit en France 143,000 victimes.

L'épidémie de 1865 vint de l'Inde, par la Mecque (pèlerinage), mais ayant marché avec une rapidité conforme aux progrès de la locomotion. Le choléra avait quitté la route de terre et les caravanes, pour prendre le bateau à vapeur. La réunion des musulmans, à la Mecque, avait lieu en avril 1865; le choléra était à Suez le 21 mai, à Alexandrie (d'Égypte) le 2 juin, à Marseille le 23 juillet.

En août 1873, la France fut envahie par le Havre (navire allemand *Ammonia*, venant de Hambourg). L'accès fut très bénin. Cette fois encore, il sembla qu'il s'agissait de germes restés en Europe depuis 1865 et revivifiés sur place, dans la province russe de Kiew.

L'épidémie de 1884 est absolument étonnante, au point de vue de la doctrine classique de l'importation indienne ou autre. Le choléra avait régné en Égypte en 1883; mais l'organisme quarantenaire avait fait bonne garde. Tout à coup, le 21 juin 1884, un homme meurt du choléra, à Toulon, provenant du *Montebello*, navire-caserne qui n'avait point fait de traversée, mais était dans le port depuis longtemps. Au même moment, d'ailleurs, un lycéen mourait de la même cause, et, le 22, la ville comptait neuf décès cholériques. Si bien qu'on a pu prétendre que c'est en ville que le choléra avait commencé. En fait, Brouardel et Proust avouent n'avoir pu retrouver « la fissure » de pénétration, et l'on ne conclut, cette fois, à l'importation que par analogie, d'après une histoire qui aurait peut-être besoin d'être revue.

Après Toulon, Marseille fut atteinte, puis Aix, d'autres villes et même Paris ; il est remarquable que, même par ces voies de terre, l'importation n'ait pas été évidente. Bourguet (d'Aix) affirme qu'il y avait eu des décès cholériques à Aix avant l'arrivée des personnes que Proust accuse d'avoir apporté le choléra de Marseille.

Quoi qu'il en soit, le fléau eut l'air de rester plus exotique qu'il n'avait fait dans les épidémies antérieures, en ce sens qu'il manifesta une préférence marquée pour le littoral européen (Gênes, Naples, les côtes d'Espagne, notre Bretagne en 1885 et 1886). Nous n'hésitons pas à penser qu'il y aurait lieu, en ceci, de distinguer entre la part réelle des aptitudes épidémiologiques du choléra et l'adaptation des *localités*. La doctrine de Pettenkofer a là une base solide. Les villes en terrain déprimé,

humide, souillé et miasmatique, sans égouts, sans eau de boisson abondante et irréprochable, à rues malpropres, avec des habitations sans soleil, encombrées, sales, se montrent incontestablement les réelles *localités à choléra*. C'est aussi l'avis de Thorne-Thorne et, si on le traduisait en pratique, la nécessité des quarantaines diminuerait infiniment.

Pour la *nature* du poison cholérique, il nous suffit de renvoyer à la première partie (p. 461). On trouvera, de même, au chapitre du Sol, la constatation des affinités ou des répulsions du choléra pour certains terrains, certaines localités et, plus loin (p. 200), la discussion de l'influence de l'eau de boisson dans sa propagation. Par ailleurs, les épidémies de choléra ont rayonné dans toutes les directions, ne s'embarrassant guère des latitudes, du climat ni des saisons. Pourtant il faiblit visiblement dans les régions qui se rapprochent du cercle polaire, et les bourrasques épidémiques s'apaisent, si elles ne s'éteignent pas, quand arrive l'hiver.

Littré a été frappé, à bon droit, de l'intensité de ses ravages dans les quartiers pauvres et encombrés de Paris. Néanmoins, le fléau n'épargne nullement les villages, dont il faut dire qu'un bon nombre entretiennent les souillures du sol et présentent de déplorables conditions d'habitation.

L'altitude l'arrête moins que la nature granitique des roches qui constituent l'ossature des montagnes.

Sa diffusion par l'eau de boisson souillée d'infiltrations de selles cholériques, est plutôt une induction rationnelle qu'un fait démontré; Pettenkofer en repousse absolument l'hypothèse. L'air paraît avoir été le véhicule du principe cholérigène, par exemple pour des navires ancrés près d'un foyer (Léon Colin). Les caravanes qui viennent camper sur l'emplacement abandonné naguère par une caravane précédente, en puissance de choléra, y prennent la maladie. Les hardes, les linges des malades ont été accusés maintes fois d'avoir été les intermédiaires de transmission; des étoffes, certaines marchandises, provenant simplement d'un foyer, seraient dans e même cas. Pettenkofer n'admet pas la contagion directe du choléra; les gardes-mala selon lui, ne sont pas plus frappés que le reste de la population, lors même qu les déjections cholériques les souilleraient, et ne transportent pas le mal dans leur famille. On sait que le savant hygiéniste de Munich exige absolument l'intermédiaire du sol dans cette transmission.

On cite des cas intérieurs dans les hôpitaux; l'atteinte plus fréquente des blanchisseurs; l'imprégnation cholérique de toute une garnison par un cadavre. Les médecins des hôpitaux de Paris ont réclamé l'isolement des cholériques aussi énergiquement que celui des varioleux. Fauvel fait remarquer que, dans ses mouvements de translation, le choléra a copié les allures du progrès des moyens de locomotion, qu'il a suivi les fleuves, les chemins de fer; que « jamais il n'a passé d'un endroit à un autre dans un temps plus court qu'il n'en faut à un bateau à vapeur ». Les ambulances sous tentes, hors de Varna, établies en 1854 (juillet), pendant que le choléra sévissait effroyablement dans la ville; l'ordre d'y transporter immédiatement tout homme qui donnait, au milieu des groupes sains, les premiers signes de la maladie, rendirent d'incontestables services à l'armée; quelques-uns ont voulu y voir l'effet de l'isolement et de la suppression des rapports directs avec des contagieux.

Cependant, Leudet, à Rouen, n'isolait pas les cholériques; Pettenkofer constate que le choléra se propage perpendiculairement aux fleuves aussi bien qu'en suivant

leur cours; Günther assure que le choléra se répand moins bien aujourd'hui qu'en 1832, en Saxe, quoique le pays possède le plus beau réseau ferré de toute l'Allemagne. James Cunningham, commissaire du gouvernement de l'Inde, après douze années d'observations, déclara que l'influence des relations humaines sur la diffusion du choléra est nulle; nulle la contagiosité d'homme à homme; nulle la vertu spécifique des déjections cholériques. Le fléau dépend « de conditions mal définies de l'air ou du sol, ou de l'un et de l'autre ». Enfin, la préservation relative des troupes de Varna peut être interprétée comme le résultat de l'éloignement par rapport à un foyer, ce qu'il est toujours bon de rechercher, et du placement des malades dans de bonnes conditions atmosphériques générales, ce qui est aussi toujours avantageux. Chose étonnante, l'histoire de la première division qui, dans son expédition de la Dobrudscha, perdit en quelques jours 2,000 hommes sur 10,000, prouve en même temps que l'épidémie peut s'acharner à un groupe mouvant, dans les conditions qui, d'habitude, ne sont pas favorables à l'influence des contacts et, dans tous les cas, sont contradictoires de l'idée de foyer. En revanche, il a semblé que le sol pestilentiel, l'atmosphère chaude et orageuse, aient joué un rôle de premier ordre dans la gravité des désastres.

Notons les faits très catégoriques, au point de vue des mesures quarantenaires, de ces îles qui, comme les Baléares en 1849 et la Sicile en 1865-66, s'isolèrent en repoussant par la force et même à coups de canon tous les navires qui tentaient d'aborder à leurs côtes. Cette mesure leur valut l'immunité. Il faut bien que celle-ci soit due à la suppression des relations entre humains — et de tout ce qui en est la conséquence.

Ces incertitudes sur les propriétés du choléra, l'aspect assez changeant de ses allures de propagation, expliquent bien les controverses qui ont eu lieu sur le mode pratique, soit de traiter les malades, soit de protéger les groupes sains contre ceux-ci et contre les arrivages d'hommes ou de marchandises de provenance suspecte. Ajoutons cette circonstance frappante que le fléau, réapparu deux fois en Europe depuis 1865, n'y a plus recouvré les allures formidables d'il y a soixante ans, bien que le transit humain ne diminue pas et que les musulmans continuent à se réunir à la Mecque. Nous savons que les Conseils sanitaires veillent; mais il serait étonnant que le choléra ne passât point quelquefois à travers ou à côté, s'il se présentait un peu violemment au passage. Sans doute aussi l'hygiène a grandi, de grands travaux d'assainissement ont été exécutés, les habitudes de vivre se sont améliorées partout. Néanmoins nous inclinons à croire que tout cela ne suffirait pas à nous faire oublier du lugubre visiteur d'autrefois, si le choléra lui même ne traversait une de ces phases d'atténuation spontanée, qu'il est facile de retrouver dans l'histoire de toutes les pestes et que la physiologie moderne constate sur quelques virus particuliers.

Au-dessus des prétentions doctrinales et en face des doutes légitimes, le respect de la vie humaine ne permet pas de hasarder des expériences, et nous croyons que ce qu'il y a de mieux à faire, vis-à-vis des cholériques, lorsqu'il y en a dans une ville, c'est de les isoler de la population et des autres malades, en ayant soin de leur ménager des abris fractionnés, dans une bonne situation topographique et pourvus de toutes les ressources de la désinfection. Il y aura des pavillons spéciaux en ville, exclusifs ou associés à l'hôpital général, et des hôpitaux excentriques. Là, comme à domicile, le traitement des déjections par les parasiticides énergiques est de rigueur; le *sulfate de cuivre* (solution à 5 p. 100) nous paraît moins sûr que

l'*acide phénique* (solution à 5 p. 100), l'acide sulfurique. On y joindra la désinfection des effets et locaux.

La *vaccination* par le *vaccin chimique* du choléra, que Gamaleia essaye en ce moment même, sera, si elle réussit, le réel préservatif dans les milieux cholérisés.

Bibliographie. — Bailly. *Le cuivre et ses prétendues propriétés prophylactiques* (Bull. Acad. méd., 21 août 1883). — Lereboullet (L.). *Le choléra. Les méthodes de prophylaxie* (Gaz. hebdomad., p. 493, 1884). — Grancher (J.). *La contagion du choléra* (Rev. d'hyg., VI, p. 664, 1884). — Pettenkofer (Max v.). *Ueber Desinfection der Ostindischen Post als Schutzmittel gegen Einschleppung der Cholera in Europa* (Arch. f. Hyg., II, p. 35, 1884). — Proust (A.). *Instruction concernant les précautions à prendre en temps de choléra* (Rec. des trav. du Comité consult. d'hyg. publ., XIV, p. 206, 1885). — (Voy. aussi la Bibliographie p. 202).

Prophylaxie internationale. — Selon Fauvel, la prophylaxie internationale des maladies exotiques comporte deux questions : 1° celle des mesures pour préserver l'Europe contre leur invasion; 2° celle des mesures propres à préserver chaque État européen, une fois l'Europe envahie.

Autrefois, la prophylaxie des fléaux exotiques (au dix-septième siècle, il ne s'agissait que de la peste) était profondément égoïste, ignorante et d'une tyrannie aussi odieuse que ridicule. Quelques-uns de ses moyens, comme le *lazaret* dans l'intérieur des villes, étaient plutôt adaptés à multiplier les victimes et à compromettre les populations qu'à repousser le mal redouté. Tous apportaient au commerce et aux relations internationales des entraves intolérables. Léon Colin a fait l'histoire complète, depuis leur origine, de ces institutions fameuses, qui protégeaient jusqu'à un certain point, mais à quel prix !, les *Bureaux de santé*, datant de 1629, les *Intendances sanitaires* (1683) de Toulon et de Marseille, composées surtout d'autres personnes que des médecins, jouissant de pouvoirs discrétionnaires et imposant, en tout temps, à l'aveugle, à tout navire venant du Levant, une série de formalités vexatoires, sans efficacité, mais basées sur des règles telles qu'un bâtiment pouvait rester six mois dans le port sans débarquer ni passagers ni marchandises. Quand, en 1831, il fut question de choléra en Europe, le gouvernement français (25 août 1831) multiplia les intendances sanitaires; il y en eut jusqu'à vingt; des visites et des *quarantaines* par terre et par mer furent prescrites. On sait ce qu'il advint; le choléra passa au travers de ce réseau et même dédaigna parfois d'entrer par des chemins où la libre communication avait été maintenue. Le 1er mai 1832, on jugea inutile ce grand appareil et l'on supprima l'intendance.

La quarantaine est devenue un procédé scientifique et ne rappelle plus que de très loin l'étymologie du mot, la séquestration des suspects pendant quarante jours, qui se pratiquait au quatorzième siècle. « C'est, dit Léon Colin, une lutte scientifique et rationnelle de l'homme contre les affections transmissibles; lutte pour laquelle l'homme choisira son terrain partout où il y aura chance d'attaquer le mal avec succès, et n'attendra point son invasion pour en prévenir, soit la propagation, soit même le développement originel. »

En Europe, nous nous défendons contre l'entrée de la *peste*, du *vomito*, du *choléra* : mais, à New-York, on se protège contre le *typhus*, qui se présente au débarquement avec les Irlandais.

Les ports de la Méditerranée avaient autrefois à se mettre en garde contre la *peste*, qui arrivait d'Égypte ou de Constantinople. Mais, aujourd'hui, l'on sait que la peste ne menace que les bords de la mer Caspienne et n'intéresse que la route

de terre, encore entièrement en Russie. C'est à la Russie à lui barrer d'abord le passage, et jusqu'à nouvel ordre, il est absolument inutile que l'on tracasse, à Marseille, sous prétexte d'une peste qu'ils n'ont pu embarquer, les bâtiments qui viennent de Constantinople ou d'Alexandrie. La peste serait-elle à Constantinople, on sait qu'elle n'est pas plus de six jours sans se déclarer ; par conséquent l'on n'a rien à craindre d'un navire qui est resté une dizaine de jours en mer sans avoir de malades. On sait encore que l'on n'arrêtera pas certainement la peste en lui fermant les ports, puisque toutes les routes lui conviennent ; c'est donc à son foyer qu'il faut l'étouffer; non pas en concentrant les malades, mais en les dispersant; en leur marquant une ligne en deçà, qu'ils ne franchiront pas, mais en leur donnant toute liberté d'aller au delà ; en établissant un cordon sanitaire, mais non en les bloquant. Enfin, on n'oubliera pas que la propagation de la peste n'a pas de chances pendant les chaleurs.

Vis-à-vis de la *fièvre jaune*, ce sont les ports de l'Atlantique qui sont menacés, et d'autant plus que la saison est plus chaude et que la moyenne thermique du lieu, celle de l'été au moins, est plus élevée. Aussi l'Angleterre a-t-elle pu se dispenser de toute surveillance à cet égard. A la vérité, elle en fait autant pour la peste, qui la regarde moins que les ports de la Méditerranée ; mais elle se défend contre le choléra, sinon par une législation quarantenaire, au moins par des mesures extemporanées en vertu desquelles les autorités sanitaires locales font rechercher, en ville, les passagers débarqués d'un navire porteur du mal, et les internent pendant le traitement.

La fièvre jaune n'arrivant que par eau, les précautions prises au port de débarquement sont aussi sûres que légitimes.

Pour le *choléra*, on sait que, le plus souvent, son extension à l'Europe succède à une exacerbation épidémique dans l'Inde ; on sait que là seulement est son foyer permanent : on sait comment le foyer reprend activité et crée des foyers secondaires, dans les villes saintes de l'islamine ; on connaît ses routes et ses étapes ordinaires, Djeddah, Suez, Alexandrie. C'est donc chez lui qu'il faut le combattre et l'enfermer ; sur les routes connues qu'il faut le guetter au passage, pour le signaler à l'Europe et l'arrêter de bonne heure. C'est au moment où l'avis est donné de ses recrudescences asiatiques que les autorités sanitaires des bords européens de la Méditerranée doivent mettre en œuvre toute leur vigilance et se servir, en dernier ressort, des armes que la législation maritime place entre leurs mains.

L'assainissement du pays berceau du choléra incombe aux Anglais. La surveillance des routes de mer appartient à l'empire ottoman et aux puissances qui ont des côtes sur la Méditerranée.

C'est en 1847 que notre gouvernement créa des *médecins sanitaires* sur certains points du Levant. Il s'agissait, d'ailleurs, de surveiller non le choléra, mais la peste, et le premier résultat, fort important sans aucun doute, des recherches de ces médecins fut de constater que la quarantaine était bien inutile à Marseille, puisque la peste n'existait plus à Constantinople ni en Égypte depuis 1844. Instruit par l'expérience de 1854 et de 1865, Fauvel pensa que les médecins sanitaires allaient pouvoir trouver leur emploi, bien plus avantageusement, vis-à-vis du choléra, en les échelonnant sur la *route maritime* du fléau, la route de terre regardant la Perse et la Russie. Ces vues furent adoptées par la conférence de Constantinople en 1866, et, sous la surveillance du *Conseil international de santé* de cette même ville, des médecins et agents sanitaires fonctionnèrent dès lors, à Aden, à Djeddah, à la Mecque. Un autre Conseil international de santé siège en même temps à Alexandrie.

Deux mesures, dit Vallin, protègent la mer Rouge contre l'importation du choléra par les pèlerins hindous : 1° le règlement anglais (de Bombay) empêche l'em-

barquement des pèlerins dans certains ports de l'Inde où sévit une épidémie; 2° en passant par Aden pour entrer dans la mer Rouge, l'autorité sanitaire anglaise fait une visite rigoureuse des navires *anglais* chargés de pèlerins. Les mêmes précautions sont prises par l'autorité égyptienne pour les navires à pèlerins arrivant à Port-Saïd. *Au retour*, des quarantaines d'observation (48 h.), en cas de patente nette, ou de rigueur (10 à 15 jours) sont imposées aux navires et aux pèlerins qui veulent sortir de la mer Rouge par la voie de Suez ; le *règlement du 5 août* 1879 assure l'exécution de ces quarantaines et oblige les navires à rapatrier jusqu'au lieu de provenance, et quelle que soit la durée de la quarantaine, tous les pèlerins qu'ils ont conduits aux lieux saints d'Arabie.

Il faut dire que dans ces dernières années, les Anglais se sont beaucoup relâchés au point de vue de l'application du *Native passenger Act;* que le gouvernement ottoman a mis la main sur le Conseil de Constantinople et que celui d'Alexandrie, depuis l'occupation anglaise, n'a plus d'international que le nom (Proust), quoique parfois insupportable.

Toutefois, pour les navires à pèlerins, qui n'ont pas à bord de garanties de salubrité (médecin, appareil de désinfection), les points conseillés pour la quarantaine de la mer Rouge sont l'île de Camaran, Abou-Saad, El-Wesch, Djebel-Tar, resterait réservé pour les navires infectés non porteurs de pèlerins (Proust). La conférence sanitaire de Rome (1885) a indiqué Aioun-Ouna et la côte d'Attaka pour ceux qui reviennent du pèlerinage de la Mecque et se dirigent vers l'Égypte ou la Méditerranée.

Contre la peste, il appartient à la Russie de défendre le littoral de la Caspienne.

Les intérêts des divers États diffèrent trop, évidemment, dans l'époque actuelle, où les peuples cherchent à s'entre-ruiner, au moyen des pratiques commerciales, comme ils s'efforceront, l'un de ces jours, de s'entre-détruire à coups de canon. Les conférences sanitaires internationales d'autrefois sont oubliées et celles de l'époque contemporaine n'ont pas de résultat qu'on se croie obligé de respecter. La conférence de Washington (1881) a été accaparée par les États-Unis, qui ne se préoccupent que de la fièvre jaune. Celle de Rome (1885) mit en présence trois camps bien distincts : le premier, représenté par l'Angleterre, les États-Unis et quelques États du Nord, ne voulait de quarantaines d'aucune sorte ; un second, formé de la Turquie, de l'Espagne, de la Grèce, des États du Centre et de Sud Amérique, n'en aurait jamais assez; la France, l'Allemagne, l'Autriche, dans un troisième, ont pensé que c'est un moyen dont il faut user avec infiniment de discrétion, mais duquel il est bon de ne pas se désarmer immédiatement.

Nous adhérons volontiers à cette opinion mixte. Mais nous avons la conviction profonde qu'avec une connaissance plus complète de l'essence et des allures des fléaux exotiques ; avec la pratique des moyens de surveillance compétente et de désinfection que l'on possède, beaucoup moins coûteux que les morts d'hommes, les peuples civilisés supprimeront absolument, un jour ou l'autre, les quarantaines. Notre pays, d'ailleurs, s'achemine, sagement mais sûrement, vers cette conclusion scientifique et humanitaire. Les *projets de règlements* formulés par Proust et approuvés par le Comité consultatif d'hygiène publique (11 mai 1885) en sont la preuve évidente. Le règlement institue le *médecin embarqué*, assurant l'hy-

giène du bord et tenant le journal sanitaire ; — l'assainissement et la désinfection *au point de départ;* l'observation et la désinfection (s'il y a lieu), *pendant la traversée;* les *mesures à l'arrivée;* — en distinguant toujours, ce qui est nécessaire au point de vue de l'institution des procédés d'assainissement, entre les navires *suspects* et les navires *infectés.* L'expérience a déjà prouvé qu'avec cette méthode la quarantaine n'a plus de raison d'être. Si on la conserve, c'est pour obliger la navigation à adopter les moyens que l'hygiène lui indique.

Législation quarantenaire actuelle. — Elle est déterminée en France par le décret du 27 mai 1853, et par le *règlement* de 1874 qui ne comprend pas moins de 130 articles. Elle vise trois maladies : la *peste*, la *fièvre jaune* et le *choléra.* Les prévisions s'appliquent : au *départ*, à la *traversée*, à l'*arrivée*, c'est-à-dire aux seuls temps pendant lesquels la santé des navires, ou des lieux auxquels ils ont touché, peut avoir de l'intérêt pour la population du point de débarquement. La patente est réduite à deux types : *patente nette* (pas d'épidémie au point de départ) et *patente brute* (dans le cas contraire). Les formalités à l'arrivée, substituées aux précautions grotesques d'autrefois, sont la *reconnaissance* (quelques questions sur la provenance du navire, la santé du pays, etc.) et l'*arraisonnement* (questions plus explicites et plus précises). Les attributions du corps médical sont étendues et nettement déterminées ; les droits pour la délivrance des patentes, uniformisés et réglés. On fixe les *minima* et les *maxima* des quarantaines *d'observation* ou *de rigueur.* On distingue entre les hommes et les marchandises, étoffes, hardes, chiffons, et l'on prescrit les mesures de purification de ces objets, du bâtiment.

La durée de la quarantaine (règlement de 1874) doit rester dans les limites suivantes :

Peste. — Quarantaine *d'observation*, cinq à dix jours ; *quarantaine de rigueur*, dix à quinze jours.

Fièvre jaune. — S'il n'y a pas eu de malades à bords (navires *suspects*), trois à cinq jours, ou même sept jours. — S'il y a eu des cas pendant la traversée (navires *infectés*), sept à dix jours. La quarantaine peut-être réduite à cinq jours, si les derniers cas à bord sont finis depuis plus de quatorze jours.

Choléra. — Quarantaine *d'observation*, trois à sept jours ; quarantaine *de rigueur*, sept à dix jours pleins.

Plusieurs puissances maritimes avaient signé, à titre de convention, le règlement de 1853, rédigé en France ; la plupart n'en ont pas appliqué les principes (L. Colin). On craint de léser « les intérêts du commerce » qui, pourtant perd beaucoup plus aux paniques causées par les épidémies qu'aux retards que peuvent lui imposer les quarantaines.

Les Zoonoses transmissibles à l'homme. — 1° La rage. — Le virus de la rage est absolument *fixe* et ne peut être transmis que par *inoculation* ou par *morsure* ou lèchement, ce qui est une sorte d'inoculation. La transmission a lieu par les animaux des genres *canis* et *felis;* au point de vue qui nous occupe, le chien, le loup, le renard, le chat, sont les seuls porteurs de la rage contre lesquels les groupes humains aient à se mettre en défense. Plus pratiquement encore, les mesures de police sanitaire n'ont prise que sur le chien et le chat. Elles n'atteignent pourtant jamais celui-ci ; à vrai dire, il est beaucoup plus rarement coupable que l'autre.

Peut-être n'est-il point impossible que la morsure, ou plutôt la salive de l'homme enragé soit capable de transmettre la maladie à un autre homme. Nous n'en connaissons pas d'exemples; mais ils seraient à prévoir si les expériences de Galtier, de Raynaud et Lannelongue, prouvaient réellement que la salive de l'homme enragé reproduit la rage chez le lapin et chez le chien. Nous avons vu (p. 457) qu'il y a, dans la salive de l'homme, même sain, une foule de bacilles, pathogènes pour les animaux, mais qui n'ont rien de commun avec la rage. Raynaud et Lannelongue avaient obtenu l'une de ces infections, absolument distinctes de la rage. Leurs résultats ne firent pas longtemps prendre le change à Pasteur.

Il y a un exemple, cité par Tardieu, de rage transmise à l'homme par un bœuf bien que cet animal, lorsqu'il est enragé, cherche plutôt à donner des coups de cornes qu'à mordre.

La salive des animaux malades est jusqu'ici la seule humeur reconnue virulente. Pasteur a démontré la virulence dans la matière cérébrale ; on sait déjà (voy. p. 484) les merveilleuses applications de cette découverte à l'hygiène. La morsure par l'animal enragé ne détermine pas, à chaque fois, une inoculation réussie, parce que les vêtements de la personne mordue peuvent retenir cette salive et protéger contre elle la plaie de morsure ; il se peut aussi que les dents de la bête, essuyées l'instant d'avant de cette façon ou d'une autre, ne gardent pas assez de virus pour faire consécutivement plusieurs morsures virulentes. La statistique officielle française accuse une léthalité élevée ; mais, d'après Faber, en Wurtemberg, Leblanc, Brouardel, la statistique de l'hôpital général de Vienne, il n'y aurait que 16 à 17 décès p. 100 morsures.

L'enquête, ouverte en France depuis 1850 est assez mal conduite. Jusqu'en 1876, elle ne dénonce que 28 décès rabiques par an. Depuis les inoculations de Pasteur, les renseignements arrivent d'eux-mêmes et l'on s'aperçoit que les morsures et les décès sont plus fréquents qu'on ne le croyait. Leblanc et Dujardin-Beaumetz ont résumé dans le tableau ci-dessous la statistique rabique des années 1881 à 1883 dans le département de la Seine :

ANNÉES.	ANIMAUX ENRAGÉS.	ANIMAUX MORDUS.	PERSONNES MORDUES.	DÉCÈS PAR LA RAGE.
1881	615	729	156	20
1882	276	294	67	9
1883	182	198	45	5

Mais, en 1888, Dujardin-Beaumetz dénonce, pour le même département, 301 animaux enragés en 1884, 518 en 1885, 604 en 1886, 644 en 1887. Dans cette dernière année, 9 décès rabiques, dont 2 sur 306 personnes traitées à l'institut Pasteur et 7 chez 44 autres ; ce qui donne en chiffres l'efficacité des vaccinations :

Léthalité chez les personnes traitées par la méthode Pasteur... 0,76 p. 100.
— chez les personnes mordues, non traitées.............. 15,90 —

La rage, en somme, est plus terrible par l'horreur du genre de mort qui la caractérise que par les pertes en existences humaines qu'elle entraîne.

Léon Colin relève, de 1862 à 1879, 26 cas de rage dans l'armée, dont 18 sur les troupes d'Afrique et seulement 8 en France.

Il est possible que des conditions mal connues favorisent le développement de la rage canine et que les cas soient simultanément plus fréquents à Paris, à Alger, à New-York, ce que Vital appelait des « règnes de rage ». Mais d'abord, la fréquence

des accidents est subordonnée à la façon dont s'exerce la police sanitaire des animaux.

Espèce de l'animal qui a fait la morsure (1850-1876).

Chiens	707	Renard	1
Loups	38	Vache	1
Chats	23		

Il est utile de répartir le chiffre des morsures sur les différentes saisons.

Morsures par trimestre (1850-1876).

Juin, juillet, août	220	Décembre, janvier, février	156
Mars, avril, mai	182	Septembre, octobre, novembre	166

L'opinion vulgaire, que la rage est plus commune dans la saison chaude, n'est donc pas absolument fausse, mais il ne s'en faut de guère.

Sous le rapport du *siège*, les morsures sont surtout aux mains (dans les deux tiers des cas) et au visage.

La catégorie d'âge, chez l'homme, qui fournit le plus de victimes, est l'enfance, ce que l'on explique par l'étourderie naturelle et les dispositions à la taquinerie envers les animaux, qui distinguent cet âge.

Décès rabiques suivant l'âge (1850-1876).

Au-dessous de 5 ans	26 décès.	De 21 à 30 ans	61 décès.
De 5 à 15 ans	95 —	31 à 60 —	189 —
16 à 20 —	40 —	61 à 90 —	39 —

Il y a même ce fait remarquable que, dans l'âge de 5 à 15 ans, les décès ne représentent que le quart des morsures.

La *durée de l'incubation* de la rage, chez l'homme, varie dans les limites extrêmes. Le minimum paraît être de dix à douze jours (H. Bouley et P. Brouardel) ; la moyenne, « de quelques mois » (H. Bouley); mais quelques auteurs citent des exemples d'incubation de plus d'un an. Ces allégations paraissaient discutables, lorsque Léon Colin (1880) est venu confier à l'Académie de médecine l'histoire du maréchal des logis du 12[e] d'artillerie Lechenet, mort au Val-de-Grâce d'un accès de rage, le 31 août 1870, après avoir été mordu par un chien enragé le 2 novembre 1874 (dans la province d'Oran). La netteté de l'enquête et, d'ailleurs, la précision des circonstances de l'observation dans la vie militaire, sont ici sans réplique. L'incubation de la rage peut durer cinq ans.

Le danger étant essentiellement de la part du chien, c'est de ce côté que regardent aussi les mesures prophylactiques. Les chiens sont communs partout : chiens de chasse, chiens de garde, chiens de berger, chiens d'appartement. Il en existe en France près de 2 millions. On a pensé d'abord qu'en réduisant le nombre des chiens, on réduirait du même coup les cas de rage, et l'on a institué en 1856, en France, l'impôt sur les chiens, qui devait, ce semble, faire disparaître d'abord les chiens des pauvres gens, c'est-à-dire les plus mal soignés, les plus exposés au vagabondage et aux chances de contracter la rage dans leurs accointances avec les autres individus de l'espèce. Or, l'impôt sur les chiens ne diminue point les cas de rage; ce serait plutôt le contraire, puisque le nombre des victimes humaines, par an, n'était que de 27, de 1850 à 1857. On le conserve, cependant, puisqu'il rapporte. Nos voisins l'ont même adopté ; en Bavière, il est de 3 à

15 marcs (3 fr. 75 à 18 fr. 75), selon la population des villes; à Bade, de 8 à 16 marcs (10 à 20 fr.), Si l'opinion spontanéiste, d'après laquelle les appétits génitaux non satisfaits chez les mâles (aujourd'hui plus nombreux que les femelles) favoriseraient le développement de la rage, était suffisamment établie, il conviendrait de taxer les mâles plus haut que les femelles.

Ces moyens ne paraissent pas pouvoir donner jamais de résultats sérieux. Il n'y a pas plus d'avenir dans les mesures vexatoires ou violentes, que les municipalités prennent parfois sous l'empire d'une panique, et qui ne durent que le temps d'un accès. La *muselière,* obligatoire à Berlin, à Bade, est efficace, quand elle est bien faite, et a contribué à faire presque disparaître la rage de ces deux villes. Les Allemands en ont, d'ailleurs, pris prétexte pour rester froids vis-à-vis de la découverte de Pasteur. La boulette empoisonnée est immorale. Le port obligatoire du *collier*, avec le nom et l'adresse du propriétaire, n'est pas une protection directe; mais il facilite l'application des articles 1382 et 1383 du Code civil, relatifs à la responsabilité des propriétaires d'animaux. On ne paraît pas s'être servi beaucoup de ces prévisions légales.

La réelle protection, parce qu'elle est aisément applicable et qu'elle tombe sur les animaux essentiellement dangereux, c'est la poursuite vigilante et continue des *chiens errants* par la police municipale. Une razzia complète, opérée tous les quinze jours, ou même une fois par mois, sur tous les chiens sans maître et sans collier; l'abattage, après trois ou quatre jours, des animaux capturés et non réclamés, obtiendraient des résultats considérables, sans trop mécontenter personne.

H. Bouley relève, d'après C. Leblanc, sur 511 cas de rage canine ou féline dans le département de la Seine en 1878 :

440 cas sur les chiens. — 68 cas sur les chiennes. — 3 cas sur les chats.

Dans 103 morsures rabiques infligées à des humains, on compte : 67 adultes et 36 enfants; la mortalité connue par ce fait serait de 30, un peu moins de 1 sur 3. Mais ce qui est fort à considérer, c'est la répartition des cas selon les trimestres :

1er trimestre	141	3e trimestre	133
2e —	175	4e —	53

Quelle est la raison de cette chute brusque des chiffres, au quatrième trimestre? Un jeune homme, dont la famille avait une certaine notoriété dans le monde des arts, ayant succombé aux suites d'une morsure rabique due à un chien familier, une vive émotion s'était emparée du public, et la Préfecture de police s'était vue forcée de remettre en vigueur les ordonnances relatives à la rage, qu'on laissait un peu sommeiller jusque-là. En juillet et août, la police avait capturé, sur la voie publique; 4717 chiens, dont 4500 avaient été abattus.

Le 20 mars 1888, l'Académie de médecine, sur la proposition de Dujardin-Beaumetz, a réclamé l'adoption d'urgence des mesures suivantes, déjà adoptées par le Conseil d'hygiène de la Seine :

1. Utilisation du personnel des gardiens de la paix, ou, à son défaut création d'un personnel spécial;

2. Obligation de faire porter aux chiens une *médaille* constatant le payement de la taxe, médaille dont le modèle variera chaque année;

3. Application rigoureuse des articles 53 et 54 du décret du 22 juin 1882, ainsi conçus :

« Art. 53. — L'autorité administrative pourra, lorsqu'elle croira cette mesure utile, particulièrement dans les villes, ordonner par arrêté que tous les chiens circulant sur la voie publique soient muselés ou tenus en laisse.

« Art. 54. — Lorsqu'un cas de rage a été constaté dans une commune, le maire prend un arrêté pour interdire, pendant six semaines au moins, la circulation des chiens, à moins qu'ils ne soient tenus en laisse. La même mesure est prise pour les communes qui ont été parcourues par un chien enragé. »

Cette disposition, des plus salutaires, est rigoureusement mise en pratique ... à Berlin.

Ajoutons que la diffusion des principales notions relatives aux caractères de la rage, à sa prophylaxie et aux soins à donner en cas de morsure, constitue la base de tous les règlements et la garantie de leur application.

L'*Instruction sur la rage*, rédigée par le Comité consultatif d'hygiène, comprend trois paragraphes :

1° *Soins à donner à une personne qui vient de subir la morsure d'un chien enragé ou suspect :* cautérisation au fer rouge ; en attendant, compression, lavage, succion ;

2° *Conduite à tenir lorsqu'un animal vient d'être mordu par un chien enragé ou suspect :* l'animal doit être abattu immédiatement, sans aucun sursis, en hiver aussi bien qu'en été ;

3° *Caractères distinctifs de la rage du chien à ses différentes périodes :* au début, l'animal est triste, il recherche la solitude, il est inquiet, agité, gratte la terre avec ses pattes ; ses gestes indiquent des hallucinations, le délire ; cependant, il est encore soumis, docile, il obéit à son maître, il lui fait même souvent des caresses exagérées et très dangereuses, car sa bave est déjà virulente. *Le chien enragé n'a pas horreur de l'eau ; au contraire, il en est avide : il n'est donc pas hydrophobe, et l'hydrophobie n'est pas un signe de la rage du chien.* Le besoin de mordre est un des caractères essentiels de la rage ; le chien se mord lui-même, déchire les objets inertes et en accumule les débris dans son estomac, où leur présence est, lors de l'autopsie, un bon signe de la maladie. Dans la *rage-mue*, la mâchoire inférieure est paralysée, tombante, la gueule est béante, rouge et sèche. D'ordinaire, l'aboiement est rauque, voilé, se transforme en un hurlement saccadé qui suffit pour révéler, même à une grande distance, l'existence d'un chien enragé. A la vue d'un animal de son espèce, le chien enragé entre dans une irritation furieuse et s'élance pour le déchirer. A la fin de la maladie, épuisé par ses fureurs et ses efforts, il marche devant lui, d'une allure vacillante, la queue pendante, la tête inclinée vers le sol, la gueule béante, d'où s'échappe une langue bleuâtre et souillée de poussière.

Il eût peut-être été prudent d'avertir que l'on ait à s'attacher à l'ensemble de ces signes plutôt qu'à l'un ou l'autre en particulier ; car un chien fort bien portant « gratte la terre avec ses pattes », et la plupart des jeunes chiens mettent en pièces les objets déchirables qui leur tombent sous la dent. Dans tous les cas, il est désirable que cette instruction soit placardée en permanence dans les rues des villes et des villages ; ce qu'on néglige régulièrement, en attendant les catastrophes.

Bibliographie. — Dujardin-Beaumetz. *Rapport sur les mesures qu'il conviendrait de prendre pour empêcher et prévenir la propagation de la rage* (Conseil d'hyg. de la Seine, 1882). — Du même. *Rapport sur les cas de rage qui se sont déclarés pendant les années*

1881-1883 *dans le département de la Seine* (Rev. d'hyg., VI, p. 190, 1884). — PASTEUR. *Méthode pour prévenir la rage après morsure* (Acad. méd., 27 oct. 1885). — LEBLANC. *De la rage* (Acad. méd., 17 nov. 8 déc. 1885). — DUJARDIN-BEAUMETZ. *Des résultats obtenus par la pratique des inoculations antirabiques chez les personnes mordues par des animaux enragés dans le département de la Seine* (Acad. méd., 20 mars 1888). — COLIN (L.). *Prophylaxie de la rage* (Conseil d'hyg., de la Seine, avril 1888).

2° LA MORVE. — La *morve* et le *farcin*, aigus ou chroniques, qui ne sont qu'une même maladie, viennent du cheval à l'homme le plus souvent par *inoculation*, à la suite de contacts répétés et par absorption de la peau, saine ou fissurée; mais aussi, vraisemblablement, par *infection*, comme dans le cas de Kelsch, où le malade n'avait pas eu de rapports avec des chevaux morveux, mais avait couché dans une écurie ayant servi autrefois à des animaux atteints de cette maladie. C'est donc un virus à la fois fixe et diffusible. La morve est ensuite transmissible de l'homme à l'homme et, même, peut être retournée expérimentalement au cheval.

Les personnes spécialement menacées sont toutes celles qui ont des rapports immédiats et habituels avec les chevaux, palefreniers, cochers, soldats de cavalerie, équarrisseurs, vétérinaires, élèves des écoles vétérinaires, et enfin médecins et étudiants en médecine, intéressés par les hommes malades.

Un tableau de Bollinger, dressé sur l'analyse de 106 observations, répartit les cas par profession de la façon suivante :

Garçons d'écurie..............	41	Équarrisseurs, bouchers de chevaux........................	12
Cochers, charretiers, cavaliers.	11	Soldats............................	5
Propriétaires de chevaux, cultivateurs....................	14	Médecins et chirurgiens........	4
Vétérinaires, étudiants vétérinaires......................	10	Jardiniers........................	3
		Maquignons......................	2

Les contaminés par la matière du jetage, par le pus, même desséché, des pustules, peuvent être des intermédiaires de l'inoculation ou de l'infection morvo-farcineuse.

La *prophylaxie* de la morve est fort simple; l'arrêt du conseil d'État, du 16 juillet 1784, la contient tout entière : *déclaration* obligatoire par les propriétaires des cas de morve éclos ou soupçonnés dans leur écurie; *visite d'experts; abatage* sans délai des chevaux attaqués de la morve. En effet, la morve confirmée est jusqu'aujourd'hui incurable; il n'y a donc rien à attendre, et les intérêts matériels eux-mêmes des propriétaires exigent la disparition la plus prompte d'un animal qui, outre ceux qui le soignent, peut contaminer d'autres animaux et infecter profondément l'écurie. — L'ordonnance de police (Léon Renault) de 1875 n'a fait que reproduire cet ancien arrêt du conseil d'État. Les articles 5, 13, 14, 32, de la loi du 21 juillet 1881 sur la *Police sanitaire des animaux* complètent ces dispositions.

Dans la période d'observation, néanmoins, il faudra *isoler* le cheval malade ; éclairer sur le danger possible les hommes chargés de le soigner et qu'il faudra choisir intelligents et robustes; les dispenser de l'étrillage, faire le lavage des narines à grande eau, hors de l'écurie, avec la brosse à long manche; ne pas laisser coucher des hommes dans l'écurie, écarter les palefreniers ou infirmiers qui auraient des blessures aux mains.

TROISIÈME PARTIE

ORGANISATION DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE. — LÉGISLATION SANITAIRE.

Les peuples, à titre d'agglomération d'individus ayant à la fois des besoins communs qui les réunissent et des intérêts particuliers qui peuvent se heurter, ne sauraient se passer d'une *administration sanitaire* plus qu'ils ne se passent d'une administration militaire, d'administrations des travaux publics, du commerce, de l'agriculture, etc. Les épidémies sont aussi des ennemis, menaçant la nation tout entière et contre lesquels la défense improvisée est toujours insuffisante, comme ailleurs, lors même que chacun s'y mettrait avec une parfaite intelligence et une égale bonne volonté. La santé publique est aussi au prix de grands travaux, très coûteux, que les particuliers ne voudraient ou ne pourraient entreprendre, en supposant qu'ils en sentent la nécessité; quelques-uns de ces travaux engagent tout de suite un capital considérable que de petites localités ne trouveraient pas, mais dont elles payeront, sans trop de façons, l'intérêt ou les annuités à l'État, capitaliste inébranlable et banquier-né de ses administrés; çà et là, des travaux, auxquels est attachée la vigueur démographique de toute une population, n'auraient jamais lieu, parce qu'ils gênent les intérêts de quelques particuliers puissants, si une autorité supérieure, équitable pour tous et placée au-dessus des compétitions de personnes, ne se chargeait de la décision et, parfois, de l'exécution.

L'administration sanitaire, comme toute autre, est nécessairement *centrale* et *locale* tout à la fois. L'administration locale surgit la première; elle naît des nécessités les plus urgentes et pourrait à la rigueur, suffire. En Belgique, l'exercice de de l'hygiène publique n'est guère que municipale. Mais il est facile de soupçonner qu'une telle administration peut devenir victime des conditions resserrées dans lesquelles elle se meut. D'abord, les conseils peuvent manquer; la science va du centre à la périphérie, rarement en sens contraire. Les ressources sont fréquemment insuffisantes, au moins pour agir d'une façon immédiate dans des cas donnés. Les influences particulières, dans les groupes isolés et de peu d'importance numérique, prennent aisément un empire outré et fâcheux. Enfin, en cas de fléaux populaires, à extension rapide et générale, il est regrettable que tous les points du territoire d'une nation ne prennent pas des mesures d'ensemble, de même sens et de même énergie. Avant 1834, l'administration sanitaire locale existait seule en Angleterre; Edwin Chadwick a montré que cet éparpillement d'action coûte plus cher que la centralisation et n'empêche ni les misères quotidiennes ni les fléaux intermittents. Chez toutes les nations civilisées, même chez celles qui conservent le plus large-

ment l'autonomie communale ou provinciale, on se trouve bien de rattacher les mécanismes partiels à un centre commun, pour les finances, la guerre, les travaux publics, le commerce; il ne saurait en être autrement de l'administration sanitaire. Rien n'empêche, d'ailleurs, qu'il y ait des degrés administratifs intermédiaires, comme il y a, entre la commune et le gouvernement, les sous-préfectures et les préfectures. Rien n'empêche encore que les capitales, comme Londres et Paris, où toute forme d'administration est exceptionnelle, ne conservent aussi, en administration sanitaire, une sorte d'invidualité ; ces villes sont comme un peuple très concentré; elles peuvent avoir en elles-mêmes les mécanismes périphériques et le moteur.

La conclusion des considérations précédentes est que l'administration sanitaire est une branche gouvernementale, suffisamment importante pour constituer un ministère. Tous les hygiénistes l'entendent ainsi, sauf que la plupart préfèrent une *Direction* à un *Ministère de la santé publique*, dans la crainte de voir ce ministre sujet aux fluctuations de la politique, comme les autres. En France, cependant, cette administration est rattachée, partie au ministère de l'agriculture et du commerce, partie au ministère de l'intérieur, éparpillée entre des bureaux très divers, dont les uns sont en même temps chargés de la direction du commerce intérieur, d'autres de la répression des bruits nocturnes et des instruments bruyants (A.-J. Martin).

Comme les autres grandes administrations, l'administration sanitaire, à tous les degrés, doit avoir un élément *délibérant* et un élément *exécutif*, les conseils et les fonctionnaires, distincts les uns des autres. Il ne paraît pas nécessaire que les décisions des conseils soient obligatoires dans leur ressort (Levieux), même celles du conseil suprême. En Angleterre, les prescriptions du *Local Government Board* ont à peu près force de lois (Edwin Chadwick); mais, peut-être, est-ce là une des raisons qui ont fait peu à peu substituer des personnages politiques aux hygiénistes, dans le sein de ce comité supérieur. Il est bon que les comités restent consultatifs et que leurs décisions ne deviennent obligatoires que quand elles auront pris la forme d'arrêtés, de décrets, émanés de l'exécutif sanitaire, du directeur ou de ses agents. Ceux-ci doivent avoir le pouvoir de *verbaliser* et de déférer aux tribunaux les contraventions. Dès que la direction sanitaire sera autonome et compétente, c'est-à-dire médicale, il est clair que la plupart des avis des conseils se transformeront en arrêtés. Ce sera, au contraire, un cas assez rare là où, comme en France, l'exécutif sanitaire sera un administrateur pur, très au courant du droit, des systèmes commerciaux, de l'économie politique, mais étranger à l'hygiène.

La compétence est, en effet, la première des qualités à requérir de la part des conseillers et surtout des fonctionnaires sanitaires. Cela ne veut pas dire que tous doivent être médecins; loin de là. Il est, au contraire, essentiel d'introduire à la fois, dans les conseils et dans la hiérarchie exécutive, des hommes de spécialités diverses, des vétérinaires, des ingénieurs, des chimistes, des architectes. Mais l'impulsion d'ensemble ne peut être que médicale, et il est inévitable que les questions d'étiologie, que l'application des mesures préventives des épidémies, retombent sous l'appréciation de médecins. Or, c'est la partie la plus vaste du domaine de l'hygiène publique.

A quelle source la direction sanitaire, médicale, empruntera-t-elle son autorité? A la même source que les autres modalités du pouvoir, c'est-à-dire dans les votes de la représentation nationale. La consécration la plus simple, en même temps que la plus sûre, de l'autorité de la direction sanitaire sera le vote, par le parlement, d'un budget spécial, présenté par le directeur. Aujourd'hui, toute sanction sérieuse est là, et c'est par ce moyen que l'on peut arriver à réaliser les modifications et les créations nécessaires.

Les fonctions de membre des comités consultatifs, ne demandant que la dépense du temps nécessaire aux réunions et à la rédaction des rapports, ne sont pas incompatibles avec l'exercice de la profession à laquelle appartient chacun des membres; mais, dans la hiérarchie exécutive, les agents sanitaires ne sauraient plus accepter leur mission comme un devoir dont on s'acquitte à temps perdu. Pour bien la remplir, ils ne doivent pas faire autre chose, et c'est bien assez. La conséquence est qu'il faut les payer comme des gens qui consacrent à l'État tout leur temps et tout leur travail. Il n'y a pas à reculer devant cette perspective, et c'est une réelle économie. Là où l'on dépense de l'argent à peu près en pure perte, c'est quand on alloue à des hommes intelligents des honoraires assez médiocres pour ne pas leur faire prendre au sérieux la besogne dont on les charge. Les membres des comités ne recevront pas d'appointements à proprement parler; mais le conseil lui-même doit être assez généreusement alimenté pour pouvoir suffire aisément aux frais de bureaux, d'impression de ses rapports, de correspondance, de bibliothèque et de jetons de présence de ses membres.

Il ne serait point bon de restreindre ce que les communes possèdent d'autonomie, dans les divers pays; il vaut mieux leur rappeler les droits et les devoirs que les lois leur confèrent, en matière d'hygiène publique. Mais il ne faut pas que l'action municipale marche en désaccord avec les dispositions adoptées par l'autorité sanitaire centrale. Celle-ci servira précisément à faire tomber les conflits et les résistances que les municipalités pourraient élever contre les conseils locaux ou départementaux. Deux mécanismes importants, déjà sanctionnés par l'expérience, appartiennent légitimement à la commune ; à savoir : le *Bureau d'hygiène* et le *Laboratoire d'analyses.* A vrai dire, ce sont plutôt des instruments d'hygiène publique que des procédés administratifs. Le bureau d'hygiène ou de santé note les constitutions médicales en rapport avec la météorologie, recueille la statistique, tient le « casier sanitaire de chaque quartier », surveille les signes avant-coureurs des épidémies, recherche les divers modes de sophistication des denrées alimentaires et prémunit contre elles les habitants. Le laboratoire d'analyses donne à l'administration municipale ou même au public, à un prix très modéré, des résultats d'expertise sur les aliments, les boissons, assez sûrs pour devenir le point de départ d'une action judiciaire, quand il y a lieu.

Sur des bases sensiblement identiques à celles qui viennent d'être posées, A.-J. Martin propose de réunir en une unité gouvernementale, sous le titre de *Direction de la santé publique*, les services d'hygiène et d'assistance médicale. Cette direction comprendrait : 1° *division d'assistance médicale ;* 2° *division du service sanitaire extérieur ;* 3° *division d'hygiène publique ;* 4° enfin, *division de statistique et de démographie.* A la direction s'adjoindrait le Comité consultatif d'hygiène publique. Dans les départements, un *inspecteur* ou directeur départemental de la santé publique, en rapport constant avec la direction ministérielle, serait à la tête d'un service semblable, annexé à la Préfecture; les conseils d'hygiène actuels seraient les comités consultatifs de ces directeurs départementaux.

Ce projet d'organisation vise la France et s'adapte à nos habitudes administratives ; mais il répond aux principes généraux et pourrait, certainement, servir de type pour tous les pays.

Organisation et législation sanitaires en divers pays.

Le titre même de cette troisième partie indique les deux ordres de dispositions législatives qui se rapportent à l'hygiène publique; les unes dé-

terminent les détails de l'organisation administrative ; les autres visent spécialement des cas particuliers de l'application des préceptes généraux de l'hygiène. Ces dernières sont peu nombreuses; souvent même, elles ont l'air de réprimer les infractions à l'honnêteté commerciale, c'est-à-dire les tentatives de vol, autant que les attentats à la santé publique.

Par ailleurs, la législation sanitaire prend des formes différentes, selon qu'elle se propose la protection des citoyens contre les fléaux autochthones ou la protection contre les fléaux d'importation.

France. — A. **Hygiène publique à l'intérieur.** — La *Société royale de médecine*, fondée en 1776 (Voy. Introduction), a été pendant quelques années le seul conseil d'hygiène de France. Bien que purement consultatif, ce corps savant n'eut pas moins une influence considérable sur l'hygiène publique ; quand il existe un foyer de lumière et de renseignements de cette valeur, les gouvernants ne peuvent s'abstenir d'y puiser; c'est, d'ailleurs, pour eux, un heureux appui de leurs décisions ; on voit aujourd'hui les administrations publiques s'armer volontiers des votes exprimés dans les Sociétés d'hygiène (françaises, italiennes, allemandes, anglaises, belges, etc.), quand ces sociétés n'agissent pas elles-mêmes sur les pouvoirs publics par la formule de vœux qui représentent l'opinion sous sa meilleure forme, l'opinion éclairée par la science et la discussion. Mais les avis de la Société de médecine n'atteignaient pas suffisamment jusqu'aux intérêts sanitaires de détail; c'est pour cela que les grandes villes se donnèrent successivement une administration sanitaire propre, dont l'élément consultatif fut : le *Conseil de salubrité* de Paris, en 1802 ; celui de Lyon, en 1822 ; de Marseille, en 1825 ; de Lille, Nantes, en 1828 : de Troyes, en 1830 ; de Rouen, Bordeaux, en 1831. Il y eut, en 1822, une tentative de centralisation par la création d'un *Conseil supérieur de santé* rattaché au ministère de l'intérieur, en même temps que l'on organisait les intendances et les commissions sanitaires pour le littoral (loi du 3-9 mars 1822). Ce conseil supérieur n'a jamais eu d'action très sensible. La réelle administration sanitaire était locale.

Les corps municipaux, s'ils le voulaient et en s'éclairant de conseils qui, aujourd'hui, ne leur manqueront guère, se trouveraient suffisamment armés par la loi pour prendre des mesures protectrices de très grande importance. Nous croyons utile de rappeler que la loi du 16-24 août 1790 leur attribue :

« 1° Tout ce qui intéresse la sûreté et la commodité du passage des rues, places, quais et voies publiques; ce qui comprend le nettoiement, l'illumination, l'encombrement et l'enlèvement des encombrements, la démolition ou la réparation des bâtiments menaçant ruine, l'interdiction de rien apposer aux fenêtres et autres parties du bâtiment qui puisse nuire par sa chute, et celle de rien jeter qui puisse blesser ou endommager les passants ou causer des exhalaisons nuisibles...

« 4° L'inspection sur la fidélité du débit des denrées qui se vendent au poids, etc., et sur la salubrité des comestibles exposés en vente publique. »

« 5° Le soin de *prévenir*, par des précautions convenables, et celui de *faire cesser*, par la distribution des secours nécessaires, les accidents ou fléaux calamiteux tels que les incendies, les épidémies, les épizooties, en provoquant aussi, dans les deux derniers cas, l'autorité des administrations des départements et des districts. »

Il ressort de là, ce semble, quelque autorité en hygiène publique. Les Belges se servent merveilleusement de cette loi; en France, il semble qu'on la redoute. La compétence de l'autorité municipale, quant au service de la salubrité, a cependant été confirmée par les lois ultérieures (5 mai 1855, 24 juillet 1867).

L'article 97 de la loi municipale du 5 avril 1884 porte : ... « La police munici-

pale a pour objet d'assurer le bon ordre, la sûreté et la salubrité publique. Elle comprend notamment... 6° Le soin de prévenir, par des précautions convenables, et celui de faire cesser, par la distribution des secours nécessaires, les accidents et les fléaux calamiteux, tels que les incendies, les inondations, les maladies épidémiques ou contagieuses... »

L'organisation sanitaire, en France, date réellement de 1848; les dates qui sont marquées par une conquête de la souveraineté populaire le sont aussi par quelque grand progrès dans l'hygiène publique, dont le respeet de la vie humaine est la base.

Comité consultatif d'hygiène publique. — Le décret du 10 août 1848 (Tourret, ministre de l'agriculture et du commerce) supprima le conseil supérieur de santé et institua, près le ministère de l'agriculture et du commerce, un *Comité consultatif d'hygiène publique*, chargé de l'étude et de l'examen de toutes les questions qui lui sont renvoyées par le ministre en ce qui concerne :

Les quarantaines et les services qui s'y rattachent; — Les mesures à prendre pour prévenir et combattre les épidémies, et pour améliorer les conditions sanitaires des populations manufacturières et agricoles; — La propagation de la vaccine; — L'amélioration des établissements thermaux et les moyens d'en rendre l'usage de plus en plus accessible aux malades pauvres ou peu aisés; — Les titres des candidats aux places de médecins inspecteurs des eaux minérales; — L'institution et l'organisation des conseils et des commissions de salubrité (C'est en vertu de cette disposition que le Comité examine les rapports annuels des conseils départementaux d'hygiène et en fait l'objet d'un rapport d'ensemble) ; — La police médicale et pharmaceutique ; — La salubrité des ateliers.

Le Comité d'hygiène publique indique au ministre de l'agriculture et du commerce les questions à soumettre à l'Académie nationale de médecine.

A la réorganisation du Comité (30 septembre 1884), par le ministre Hérisson, il fut ajouté aux attributions scientifiques : — la salubrité des logements et le régime des eaux au point de vue de la salubrité.

Depuis 1884, il est composé de 23 membres, dont 9 membres de droit. Les 14 autres, dont 8 au moins doivent être docteurs en médecine, sont nommés par le ministre sur une liste de trois candidats pour une vacance, présentée par le Comité.

Membres de droit : 1° Le directeur des consulats et affaires commerciales au ministère des affaires étrangères; 2° le président du Conseil de santé militaire ; 3° le président du Conseil supérieur de santé de la marine ; 4° le directeur général des douanes; 5° le directeur de l'Assistance publique; 6° le directeur du commerce intérieur au ministère de l'agriculture et du commerce ; 7° l'inspecteur général des services sanitaires; 8° l'inspecteur général des écoles vétérinaires; 9° l'architecte inspecteur des services extérieurs du ministère de l'agriculture et du commerce.

Le président et le vice-président, choisis par les membres du Comité, sont nommés par le ministre. Un secrétaire, ayant voix délibérative, est attaché au Comité et, au besoin, un secrétaire-adjoint. Des *auditeurs* peuvent y être attachés avec voix consultative. Divers fonctionnaires peuvent être autorisés par le ministre à assister aux séances (une par semaine), dans les même conditions.

Un point capital de cette réorganisation, c'est la création du *Comité directeur des services de l'hygiène*, composé du Président du Comité consultatif d'hygiène publique, de l'inspecteur général des services sanitaires et du directeur du commerce

intérieur. Cette trinité administrative, dont le décret du 30 septembre 1884 n'a pas défini les attributions, et qui est couverte par le ministre, peut évidemment atteindre à une action considérable. Aussi peut-on être étonné qu'elle réunisse à un administrateur pur deux membres du Comité dont l'un est subordonné à l'autre, lequel pourrait d'ailleurs (cela est arrivé) ne pas être médecin. Au fond, c'est l'élément *délibérant* fondu avec l'*exécutif*.

Un décret du 3 janvier 1885 a reporté au Comité consultatif d'hygiène publique les attributions du Comité consultatif des laboratoires.

Conseils d'hygiène et de salubrité. — Le 18 décembre 1848, le ministre Tourret faisait signer par le président du Conseil, Eugène Cavaignac, l'arrêté-décret qui, en régularisant l'existence des conseils de salubrité, créait les *Conseils d'hygiène publique et de salubrité* d'arrondissement et de département, qui fonctionnent aujourd'hui.

Les membres de ces Conseils sont au nombre de sept au moins et de quinze au plus ; ils sont nommés pour quatre ans par le préfet et renouvelés par moitié tous les deux ans. Le Conseil est présidé par le préfet ou le sous-préfet et élit un vice-président et un secrétaire, renouvelés tous les deux ans. Il se réunit régulièrement au moins une fois tous les trois mois.

Des *Commissions d'hygiène publique* peuvent être institués aux chefs-lieux de canton, présidées par le maire, avec un fonctionnement analogue au précédent.

Les Conseils d'hygiène d'arrondissement (*art.* 9) sont chargés de l'examen des questions relatives à l'hygiène publique de l'arrondissement qui leur seront renvoyées par le préfet ou le sous-préfet. Ils peuvent être spécialement consultés sur les objets suivants :

L'assainissement des localités et des habitations; les mesures à prendre pour prévenir et combattre les maladies endémiques, épidémiques et transmissibles ; les épizooties et les maladies des animaux ; la propagation de la vaccine ; l'organisation et la distribution des secours médicaux aux malades indigents ; les moyens d'améliorer les conditions sanitaires des populations industrielles et agricoles; la salubrité des ateliers, écoles, hôpitaux, maisons d'aliénés, établissements de bienfaisance, casernes, arsenaux, prisons, dépôts de mendicité, asiles, etc. ; les questions relatives aux enfants trouvés; la qualité des aliments, boissons, condiments et médicaments livrés au commerce ; l'amélioration des établissements d'eaux minérales appartenant à l'État, aux départements, aux communes et aux particuliers, et les moyens d'en rendre l'usage accessible aux malades pauvres; les demandes en autorisation, translation ou révocation des établissements dangereux, insalubres ou incommodes; les grands travaux d'utilité publique, constructions d'édifices, écoles, prisons, casernes, ports, canaux, réservoirs, fontaines, halles, établissements des marchés, routoirs, égouts, cimetières, la voirie, etc., sous le rapport de l'hygiène publique.

Ils doivent réunir et coordonner les documents relatifs à la mortalité et à ses causes, à la topographie et à la statistique de l'arrondissemeut en ce qui touche la salubrité publique.

Le Conseil d'hygiène du département a pour mission de donner son avis (*art.* 12) : 1° sur toutes les questions d'hygiène publique qui lui sont renvoyées par le préfet; 2° sur les questions communes à plusieurs arrondissements ou relatives au département tout entier. Il centralise et coordonne, sur le renvoi du préfet, les travaux des conseils d'arrondissement. Il fait, chaque année, au préfet, un rapport sur ces travaux.

Un arrêté du 15 février 1849 régla le nombre et la qualité des membres de chaque conseil. Les médecins, pharmaciens et vétérinaires doivent y entrer dans les proportions suivantes :

NOMBRE DES MEMBRES.	MÉDECINS DOCTEURS EN MÉDECINE, CHIRURGIENS et OFFICIERS DE SANTÉ.	PHARMACIENS ou CHIMISTES.	VÉTÉRINAIRES.
10	4	2	1
12	5	3	1
15	6	4	2

Il est remarquable que les officiers de santé et les pharmaciens, dont les études ne comportent pas l'hygiène aient, d'emblée, les aptitudes que les docteurs en médecine ont dû acquérir spécialement et prouver aux examens.

Les autres membres sont pris, soit parmi les notables agriculteurs, commerçants ou industriels, soit parmi les hommes qui, à raison de leurs fonctions ou de leurs travaux habituels, sont appelés à s'occuper des questions d'hygiène (ingénieurs, architectes). L'ingénieur des mines, l'ingénieur des ponts et chaussées, l'officier du génie chargé du casernement ou le sous-intendant militaire, l'architecte du département, les chefs de division ou de bureau de la préfecture dans les attributions desquels se trouvent la salubrité, la voirie et les hôpitaux, peuvent être appelés aux délibérations du Conseil avec voix consultative.

Le département de la Seine n'avait pas été compris dans l'organisation qui précède. Un décret du 25 décembre 1881 convertit le Conseil de salubrité de la ville de Paris en *Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine*, rattaché à la Préfecture de police comme les conseils départementaux le sont aux préfectures et servant de lien aux *Commissions d'hygiène et de salubrité* des arrondissements de la ville de Paris, de Sceaux et de Saint-Denis, et des trois communes de Saint-Cloud, Sèvres et Meudon. Ses attributions sont essentiellement les mêmes que celles des autres conseils d'hygiène; le nombre de ses membres, fixé à 15 en 1852, a été porté à 21 par le décret du 5 janvier 1861. Ils ont un traitement de 1,200 francs et la durée de leur mandat est indéterminée. Cette circonstance assure à l'action du Conseil d'hygiène de Paris une continuité dont les autres ne jouissent pas à un égal degré. On remarque aussi qu'il n'y a pas de Conseils d'arrondissements entre lui et les commissions d'hygiène; nouvelle raison d'une efficacité plus parfaite de son action.

La portée des Conseils d'hygiène départementaux est moindre. Une part de cette infériorité relève de la constitution même de ces corps. Ils n'ont pas été réorganisés de la façon qu'indiquait le *Projet d'organisation de l'hygiène publique*, rédigé par Royer-Collard, en 1848, au nom du Comité consultatif. Ce projet demandait que les membres des conseils fussent nommés (au moins les membres médecins, pharmaciens et vétérinaires) par le choix de leurs collègues en exercice, ou par les commissions cantonales. Le gouvernement acceptait ce mode de recrutement; mais le Conseil d'État le repoussa. Le même Conseil d'État supprima le droit d'initiative que le projet de Royer-Collard avait voulu introduire dans la loi. A la vérité, on ne retire point la parole à un membre du conseil qui, de sa propre initiative, fait

une motion en séance; une décision ministérielle du 2 juillet 1873 affirme même que : « Sur toutes les questions d'hygiène, le droit d'initiative des conseils est complet; l'administration sera toujours empressée à profiter des renseignements et des études que ces conseils lui soumettraient. » Mais le conseil ne saurait se réunir sans la convocation préfectorale.

Par ailleurs l'administration n'est point et ne se sent point liée par les « consultations » du Conseil d'hygiène; elle est, d'autre part, suffisamment étrangère aux questions d'hygiène pour ne pas en éprouver le besoin. Il est vulgairement connu qu'une vingtaine de conseils départementaux ne figurent pas pour la moindre somme dans le budget du département; un certain nombre, ceux du Lot et de la Haute-Loire, dépensent 50 francs par an; celui de la Drôme a un budget de 7,225 fr., en comptant les frais de la médecine cantonale; mais les mieux partagés coûtent 1,000 francs (Meurthe-et-Moselle), 1,200 francs (Loire-Inférieure), 3,000 francs (Gironde, Seine-et-Oise), 3,740 francs (Nord), 4,000 francs (Rhône), 4,500 francs (Seine-Inférieure) (Drouineau). Il y a des Conseils qui ne sont pas réunis une fois dans l'année : le nombre en était encore de 19 en 1877, au rapport de Proust; du moins, 19 conseils n'ont envoyé aucun procès-verbal. Dans la même année, 50 départements n'avaient envoyé que des rapports manuscrits; 19 seulement avaient adressé au Comité consultatif des rapports imprimés. La ville de Nantes et quelques autres allouent d'elles-mêmes au Conseil d'hygiène une somme égale ou supérieure à celle qui est votée par le conseil général (Vallin).

On ne saurait incriminer pour ce fait des hommes, d'ailleurs pleins de zèle et de dévouement; on les a chargés d'un service dont ils ne soupçonnent pas, d'habitude, les plus simples exigences. Viendra-t-il à l'idée d'un administrateur pur de s'occuper spontanément des questions d'hygiène qui intéressent la collectivité ou qui font partie du progrès d'ensemble? Il attendra que des intérêts particuliers le mettent directement en demeure de donner une solution à une difficulté de détail, sans conséquence sérieuse pour l'hygiène publique; « les Conseils d'hygiène ne sont plus guère consultés que sur les demandes en autorisation, translation ou révocation des établissements dangereux, insalubres et incommodes, et c'est à peu près la seule de leurs attributions qui donne lieu à une action administrative. » (A.-J. Martin.) Ils s'habituent à ne songer qu'aux inconvénients *pour les voisins* de certaines industries insalubres par elles-mêmes et à oublier qu'elles compromettent la santé des ouvriers de tout âge et de tout sexe qui y prennent part, beaucoup plus qu'elles ne dérangent les habitants des alentours.

Que l'administrateur, chargé de provoquer les avis du Conseil d'hygiène et de les appliquer, soit un médecin ou à tout le moins un hygiéniste, n'ayant pas d'autre besogne, au lieu de sortir des rangs des juristes et des légistes parmi lesquels se recrutent uniformément les fonctionnaires des préfectures ou sous-préfectures; il est évident que l'œuvre du comité sanitaire s'élargirait et s'élèverait immédiatement, dans des proportions dignes de la valeur scientifique ou professionnelle des hommes qui le composent, au grand avantage de l'intérêt public et du progrès. Les lacunes d'hygiène dont tout le monde souffre sont souvent celles dont personne ne se plaint; le préfet n'entend pas parler de celles-là, et n'a point à s'émouvoir. Il peut même n'être pas fâché d'ignorer certaines situations qui toucheraient à de gros intérêts. Un hygiéniste les connaît d'avance et n'a d'autre désir que de se mesurer avec elles.

Inspecteurs de la salubrité. — Quelques départements, comme ceux du Nord et de la Sarthe, se sont donné un inspecteur de la salubrité publique. Le Conseil d'État a décidé que ce fonctionnaire ne peut agir dans les communes qu'avec l'assentiment et le concours des autorités locales; ce qui, peut-être, a empêché l'institution

de se généraliser. Cependant, quand l'inspecteur a une autorité personnelle par sa valeur scientifique et qu'il procède par la persuasion, il n'a jamais besoin de se faire protéger par l'autorité locale dans l'accomplissement de son mandat.

Médecins des épidémies. — Dans chaque arrondissement, depuis le 2 mai 1805, des médecins des épidémies, nommés par les préfets, sont chargés d'adresser chaque année à l'Administration un rapport que celle-ci transmet à l'Académie de médecine, qui fait elle-même un rapport général. Ce service ne fonctionne malheureusement pas avec la régularité désirable, comme en témoignent les rapports annuels de l'Académie. Le médecin des épidémies est membre de droit du Conseil d'hygiène (arrêté du 1er septembre 1851).

Commissions cantonales. — Elles complètent cette organisation. Elle se réunissent au chef-lieu de canton et sont présidées par le maire de la commune chef-lieu. Leurs travaux ne sont, en général, ni nombreux ni importants.

Projets de réorganisation. — Il en existe un certain nombre, les uns d'initiative privée, comme celui de Henrot; d'autres ayant l'attache gouvernementale ou législative, comme celui qui fut élaboré par le Comité consultatif d'hygiène publique en 1884; le projet déposé, en juin 1886, à la Chambre des députés par Siegfried; le projet formulé par le gouvernement lui-même et finalement, la proposition de loi qui termine le rapport de Chamberland sur les deux précédents. Il serait trop long d'exposer ici des formules qui ne recevront peut-être jamais leur application. Bornons-nous à constater qu'elles prouvent l'accord des esprits sur la nécessité de réformer notre administration sanitaire et, spécialement, d'y introduire : la *direction autonome*, des *agents* d'exécution et de surveillance (inspecteurs et sous-inspecteurs), des *moyens* matériels d'action (budget propre, laboratoire).

Inspection régionale de l'hygiène publique. — En attendant cette réorganisation et sans préjudice des dispositions nécessaires qu'elle consacrera, le décret du 23 avril 1888 a décidé que : « Les professeurs d'hygiène des facultés de médecine des départements remplissent, sous l'autorité du ministre du commerce et de l'industrie, les fonctions d'inspecteurs régionaux des services de l'hygiène publique, chacun dans la circonscription territoriale de la faculté à laquelle il est attaché. — Ils correspondent avec les médecins des épidémies et avec les conseils d'hygiène publique et de salubrité de cette circonscription... »

C'est un hommage mérité rendu aux professeurs d'hygiène français et nous ne saurions refuser la part qui nous en est officiellement dévolue. Cependant, nous croyons que les professeurs d'hygiène sont mieux faits pour le conseil que pour l'action et nous nous demandons, sans parler d'autres objections, à qui reviendra la mission d'apprendre et d'enseigner l'hygiène, si les professeurs sont convertis en fonctionnaires sanitaires.

Organisation spéciale. — *Inspection des pharmacies.* — Par décret du 3 mars 1859, les conseils d'hygiène délèguent quelques-uns de leurs membres (à Lille, trois : deux pharmaciens, un médecin) pour les inspections des officines de pharmaciens et des magasins de droguistes. A Paris et à Montpellier, cette mission incombe aux Écoles supérieures de pharmacie de ces localités.

Inspecteurs des eaux minérales. — En vertu du décret du 28 janvier 1860, un médecin-inspecteur, avec un ou plusieurs adjoints, selon la nécessité, est attaché à toute station thermale. Ces fonctionnaires sont nommés par le ministre de l'agriculture et du commerce sur la présentation du Comité consultatif, conformément aux dispositions du décret du 10 août 1848.

Inspecteurs du travail des enfants dans les manufactures. — L'article 16 de la loi du 19 mai 1874 (Voy. IIe Partie : *Groupe industriel*, page 1137) a créé quinze ins-

pecteurs divisionnaires, chargés d'en assurer l'exécution. Ils sont aidés par des commissions locales et des inspecteurs spéciaux, s'il y a lieu, dont la création et le choix sont laissés aux conseils généraux. A Paris (et la Seine), outre l'inspecteur divisionnaire, il y un inspecteur principal, huit inspecteurs départementaux et neuf inspectrices (A. J. Martin).

A la suite des décrets du 3 mars 1877 et du 22 septembre 1879, ont été publiés des tableaux d'établissements dans lesquels l'emploi des enfants est interdit ou n'est autorisé que sous de certaines conditions. Nous en donnerons le résumé.

Établissements interdits aux enfants. — Tableau A. — Abattoir public. Absinthe (Distillerie d'). Acide arsénique (Fabrication de l'). Acide chlorhydrique (Production de l'). Acide nitrique. Acide oxalique. Acide picrique. Acide sulfurique. Acide urique. Affinage de l'or et de l'argent par les acides. Albâtre (Sciage et polissage à sec de l'). Alcools autres que du vin, sans travail de rectification. Alcools (Distillerie agricole des). Alcool (Rectification de l'). Amorces fulminantes (Fabrication des). Argenture sur métaux. Arséniate de potasse (Fabrication de l') au moyen du salpêtre. Artifice (Pièces d'). Benzine (Fabrication et dépôts). Blanc de zinc. Bleu de Prusse (Fabrication de). Boîtes de conserves (Soudure des). Bouillon de bière (Distillation de). Caoutchouc (Travail du). Caoutchouc (Application des enduits du). Cendres d'orfèvre (Traitement des) par le plomb. Cendres gravelées. Céruse (Fabrication de la). Chiens (Infirmeries de). Chiffons (Dépôts de). Chiffons (Déchiquetage des). Chlore (Fabrication du). Chlorure de chaux (Fabrication du). Chlorures alcalins. Eau de Javelle (Fabrication d'). Chromate de potasse. Chrysalides (Extraction des parties soyeuses des). Cristaux (Polissage à sec des). Cuirs vernis (Fabrication des). Cuivre (Dérochage du). Cyanure de potassium et bleu de Prusse (Fabrication de). Cyanure rouge de potassium ou prussiate rouge de potasse. Dentelles (Blanchissage à la céruse des). Dérochage du cuivre. Distilleries en général. Dorure et argenture sur métaux. Eau de Javelle. Eau-de-vie. Eau-forte. Émail (Applications de l') sur les métaux. Émaux (Fabrication d') avec fours non fumivores. Émaux (Grattage des). Équarrissage des animaux. Étamage des glaces. Éther (Fabrication et dépôts d'). Étoupilles (Fabrication d') avec matières explosibles. Feutres et visières vernis. Fonte et laminage du plomb, du zinc et du cuivre. Fulminate de mercure. Genièvre (Voy. *Distilleries*). Glaces (Étamage des). Grès (Extraction et piquage des). Huiles de pétrole, de schiste et de goudron, essences et autres hydrocarbures. Huiles essentielles ou essences de térébenthine, d'aspic, etc. Kirsch. Liquides pour l'éclairage. Liqueurs alcooliques. Litharge. Marbre (Sciage ou polissage de). Massicot (Fabrication du). Matières minérales (Broyage à sec des). Métaux (Aiguisage et polissage des). Meulières et meules. Minium. Murexide en vase clos. Nitrate de fer. Nitro-benzine, aniline et matières dérivant de la benzine. Olives (Tourteaux d'). Peaux de lapin ou de lièvre (Coupage des poils de). Pétrole Phosphore. Pierre (Sciage ou polissage de la). Pileries mécaniques des drogues. Plomb (Fonte et laminage du). Poils de lièvre et de lapin (Sécrétage des). Potasse (Voy. *Chromate*). Poudres et matières fulminantes (Fabrication de). Prussiate de potasse. Rouge de Prusse et d'Angleterre. Schiste bitumineux. Sécrétage des peaux. Sel de soude (Fabrication du). Sulfate de mercure. Sulfate de peroxyde de fer. Sulfate de protoxyde ou couperose verte. Sulfate de soude. Sulfure de carbone (Fabrication, dépôts, manufactures faisant usage du). Taffetas et toiles vernis. Térébenthine (Travail de la). Tourteaux d'olives (Traitement des) par le sulfure de carbone. Tueries d'animaux. Vernis (Fabrication et application du). Verre (Polissage à sec du). Visières et feutres vernis.

Interdictions partielles. — Tableau B. — Allumettes (Fabrication des) avec matières détonantes et fulminantes. Interdiction dans les locaux où l'on fond la pâte et où l'on trempe les allumettes. Emploi autorisé dans les autres locaux, mais pendant six heures seulement sur vingt-quatre. Battage, cardage et épuration des laines, crins et plumes de literies; battage des tapis en grand (dans les locaux où les poussières se dégagent librement). Blanchiment (dans les locaux où l'on dégage du chlore ou l'acide sulfureux). Boutonniers et autres emboutisseurs de métaux par moyens mécaniques (dans les locaux à poussières). Boyauderies (Soufflage dans les). Chanvre (dans les locaux de teillage mécanique du). Chanvre imperméable. Chapeaux de feutre (interdiction des locaux à poussières libre Chapeaux de soie

ou autres préparés au moyen d'un vernis. Chaux (Fours à). Ciment (locaux où les poussières du broyage et du tamisage se dégagent librement). Cordes à instruments en boyaux. Coton et coton gras (Blanchisserie des déchets de). Crins (Teinture des). Eaux grasses (Quand on les traite par le sulfure de carbone). Faïence (locaux où se dégagent les poussières d'émail). Feutre goudronné. Filature des cocons (Voy. *Chrysalides*, tableau A). Fours à plâtre et à chaux. Impressions sur étoffes. Jute (Teillage du). Ménageries (à bêtes féroces ou venimeuses). Moulins à broyer le plâtre, les cailloux, les pouzzolanes (locaux à poussières). Noir minéral. Ouates. Papiers (Triage et préparation des chiffons pour la fabrication des). Pipes à fumer. Plâtre (Fours à). Poêliers fournalistes, poêles en faïence en terre cuite. Porcelaine (locaux à poussières libres). Poteries de terre avec four non fumivore. Pouzzolane artificielle. Soie (Chapeaux, filatures de). Soies de porc. Soufre (Pulvérisation du). Superphosphate de chaux et de potasse (Locaux à poussières ou vapeurs acides). Tabacs (Locaux où l'on démolit les masses dans les manufactures de). Tan (Moulins à). Tanneries (Locaux à poussières). Teillage du lin, du chanvre, du jute. Teintureries (Locaux où l'on emploie des matières toxiques). Terres émaillées (*Id.*). Toiles (Blanchiment des). Toiles peintes (Locaux où l'on emploie des matières toxiques). Tôles et métaux vernis (*Id.*). Vernis (Voy. *Chapeaux*). Verreries, cristalleries, manufactures de glaces (Locaux à poussières ou à matières toxiques).

Par les *tableaux additionnels A et B*, du 22 septembre 1879, le travail des enfants est interdit dans les dépôts d'allumettes chimiques, dans les fabriques d'aniline, de benzine, de collodion, de matières colorantes au moyen de l'aniline ou de la nitrobenzine, de nitrate de méthyle, de sinapismes à l'aide des hydrocarbures, de sulfure d'arsenic, de sulfure de sodium, dans les ateliers de traitement des chiffons par la vapeur de l'acide chlorhydrique, de dégraissage des déchets de laine, de dégraissage des étoffes, de dérochage du fer, de dégraissage des peaux, étoffes et déchets de laine par les huiles de pétrole et autres hydrocarbures.

Le travail des enfants est autorisé dans les ateliers de fabrication des allumettes chimiques, mais il est interdit dans les locaux où l'on fond la pâte, où l'on trempe, où l'on met en paquets ou en boîtes les allumettes. Dans les autres locaux, emploi autorisé mais pendant six heures seulement sur vingt-quatre.

Il est autorisé dans les ateliers de blanchiment des fils et tissus de laine et de soie par l'acide sulfureux en dissolution dans l'eau. Il est interdit dans les locaux où se dégage l'acide sulfureux.

Il est autorisé dans les ateliers de transformation de l'étoupe, de cordages hors de service, goudronnés ou non, excepté dans les locaux où se dégagent les poussières.

Il est autorisé dans les ateliers de lustrage et apprêtage des peaux, excepté dans les locaux où se dégagent les poussières.

Il est autorisé dans les ateliers de réfrigération par l'acide sulfureux, excepté dans les locaux où se dégage l'acide sulfureux.

Il est autorisé dans les ateliers pour le gonflement et le séchage des vessies nettoyées et débarrassées de toute substance membraneuse, mais il est interdit pour le soufflage.

Protection des enfants en bas âge. — L'exécution de la *loi Roussel*, du 23 décembre 1874, est confiée à un *Comité supérieur de protection du premier âge*, auprès du ministère de l'intérieur. Des *Comités locaux*, dans les départements, secondent l'autorité dans l'obligation que cette loi lui impose à l'égard des enfants âgés de moins de deux ans, placés moyennant salaire, en sevrage ou en garde, hors du domicile de leurs parents. Le règlement du 27 février 1879 et les circulaires du ministre de l'intérieur, relatives à l'application de cette loi, comptent beaucoup sur le concours des médecins et sur le désintéressement de la profession médicale. En fait, un grand nombre de médecins fonctionnent comme *inspecteurs des enfants du premier âge*, moyennant une rétribution modeste (Voy. p. 1156), secondés par des *dames visiteuses*, dont les attributions ne sont pas définies. Pour cette raison et quelques autres, Ledé estime que la loi Roussel admettrait certaines améliorations.

Il y a, de même, une *inspection des enfants assistés*, mais qui n'est pas nécessairement occupée par des médecins.

Assistance publique. — La direction supérieure et l'inspection de l'Assistance publique appartiennent au ministère de l'intérieur. Cette administration comprend les *hospices communaux*, les *bureaux de bienfaisance*, les *asiles d'aliénés*, les *sourds-muets* et les *aveugles*, les *enfants assistés*, etc. Toutefois, elle veille bien plutôt à l'exécution des lois et règlements relatifs à ces institutions qu'à l'hygiène proprement dite. Quant à l'assistance médicale dans les campagnes, elle n'a pas été l'objet d'une organisation générale, ayant un organisme central ; des tentatives ont été faites par un certain nombre de départements pour assurer la médecine des pauvres dans les plus petites localités; aucune n'a donné de résultats complètement satisfaisants, même en Alsace, où l'institution des médecins cantonaux a pris naissance et où elle a été développée avec le plus de soin et de continuité. Le choix est entre deux systèmes : ou celui qui affecte à une circonscription un même médecin, qui accepte cette charge ; ou celui de la liberté absolue *à tarif fixe*, dans lequel les pauvres choisissent eux-mêmes leur médecin, qui est indemnisé de ses consultations sur le budget départemental. Dans l'un et l'autre, il faut de l'argent, et c'est ce qui retient beaucoup les conseils généraux (Voy. plus bas et p. 1209).

Administration sanitaire départementale. — Les lois (du 22 décembre 1789, des 16-24 août 1790, du 5 avril 1884) chargent les préfets de prendre pour toutes les communes du département ou plusieurs d'entre elles, « toutes les mesures relatives au maintien *de la salubrité*, de la sûreté et de la tranquillité publique », les attributions de l'autorité municipale, dans chaque commune, étant réservées. C'est en vertu de ces pouvoirs d'ordre général que l'administration préfectorale peut tenter l'organisation sanitaire qu'exposait Drouineau et qui a été réalisée dans le département des Vosges, par le préfet Bœgner, sur le rapport de G. Liétard.

La *direction sanitaire départementale*, dans ce système, confiée à un fonctionnaire spécial (appointements 10,000 francs), ayant sous ses ordres soixante médecins sanitaires (à 600 fr. ; soit 36,000 fr.), a dans ses attributions : 1° les soins à donner aux malades pauvres ; 2° les mesures à prendre en cas d'épidémie ; 3° le service de la vaccine ; 4° l'inspection des enfants assistés ; 5° la surveillance des aliénés non dangereux ; 6° les enfants du premier âge ; 7° la surveillance hygiénique des écoles primaires ; 8° tout ce qui peut contribuer au développement de l'hygiène publique et à l'amélioration des conditions matérielles de la vie des populations ; 9° les secours en médicaments ; 10° les rapports médico-administratifs et la statistique.

Le département est divisé en soixante circonscriptions dont chacune a son médecin sanitaire. Avec 10,000 francs de frais de pharmacie, cette organisation coûterait 56,000 francs. En réalité, en utilisant les ressources existantes et en défalquant la part que l'État paye déjà, par exemple pour l'inspection des enfants assistés, la dépense nouvelle pour le département des Vosges n'est que de 7,000 fr.

Organisation sanitaire municipale. — Nous avons indiqué plus haut (p. 1366) quels sont les pouvoirs des municipalités en matière d'hygiène publique. La loi du 13 avril 1850, sur les *logements insalubres* (de Melun, député du Nord), est basée sur ces pouvoirs, bien qu'elle prévoie la décision du Conseil municipal et non celle du maire.

Loi du 13 *avril* 1850. — Art. 1er. — Dans toute commune où le conseil municipal l'aura déclaré nécessaire, par une délibération spéciale, il nommera une Commission

chargée de rechercher et indiquer les mesures indispensables d'assainissement des logements et dépendances insalubres mises en location ou occupés par d'autres que le propriétaire, l'usufruitier ou l'usager.

Sont réputés insalubres les logements qui se trouvent dans des conditions de nature à porter atteinte à la vie ou à la santé de leurs habitants.

Art. 2. — La commission se composera de neuf membres au plus et de cinq au moins. En feront nécessairement partie un médecin ou un architecte ou tout autre homme de l'art, ainsi qu'un membre du bureau de bienfaisance et du conseil des prudhommes, si ces institutions existent dans la commune. La présidence appartient au maire ou à l'adjoint (à Paris, au préfet de la Seine).

Le médecin et l'architecte pourront être choisis hors de la commune.

La commission se renouvelle tous les deux ans par tiers : les membres sortants sont indéfiniment rééligibles. A Paris, la Commission se composera de douze membres (il y en a aujourd'hui trente).

Art. 3. — La commission visitera les lieux signalés comme insalubres. Elle déterminera l'état d'insalubrité et en indiquera les causes ainsi que les moyens d'y remédier. Elle désignera les logements qui ne sont pas susceptibles d'assainissement.

Art. 4. — Les rapports de la commission seront déposés au secrétariat de la mairie, et les parties intéressées mises en demeure d'en prendre communication et de produire leurs observations dans le délai d'un mois.

Art. 5. — A l'expiration de ce délai, les rapports et observations produites seront soumis au conseil municipal qui déterminera : 1° les travaux d'assainissement et les lieux où ils devront être entièrement ou partiellement exécutés, ainsi que les délais de leur achèvement ; 2° les habitations qui ne sont pas susceptibles d'assainissement.

Art. 6. — Un recours est ouvert aux intéressés contre ces décisions devant le conseil de préfecture, dans le délai d'un mois à dater de la notification de l'arrêté municipal. Ce recours sera suspensif.

Art. 7. — En vertu de la décision du conseil municipal, ou de celle du conseil de préfecture en cas de recours, s'il a été reconnu que les causes d'insalubrité sont dépendantes du fait du propriétaire ou de l'usufruitier, l'autorité municipale lui enjoindra, par mesure d'ordre et de police, d'exécuter les travaux jugés nécessaires.

Art. 8. — Les ouvertures pratiquées pour l'exécution des travaux d'assainissement seront exemptées, pendant trois ans, de la contribution des portes et fenêtres.

Art. 9. — En cas d'inexécution, dans les délais déterminés, des travaux jugés nécessaires, et si le logement continue à être habité par un tiers, le propriétaire ou l'usufruitier sera passible d'une amende de 16 à 100 francs.

Si les travaux n'ont pas été exécutés dans l'année qui aura suivi la condamnation et si le logement insalubre a continué d'être habité par un tiers, le propriétaire ou l'usufruitier sera passible d'une amende égale à la valeur des travaux et pouvant être élevée au double.

Art. 10. — S'il est reconnu que le logement n'est pas susceptible d'assainissement et que les causes d'insalubrité sont dépendantes de l'habitation elle-même, l'autorité municipale pourra, dans le délai qu'elle fixera, en interdire provisoirement la location à titre d'habitation.

L'interdiction absolue ne pourra être prononcée que par le conseil de préfecture et, dans ce cas, il y aura recours de sa décision devant le Conseil d'État.

Le propriétaire ou l'usufruitier qui aura contrevenu à l'interdiction prononcée sera condamné à une amende de 16 à 100 francs, et, en cas de récidive dans l'année, à une amende égale au double de la valeur locative du logement interdit.

ART. 11. — Lorsque par suite de l'exécution de la présente loi il y aura lieu à résiliation de baux, cette résiliation n'emportera en faveur du locataire aucuns dommages-intérêts.

ART. 12. — L'article 463 du Code pénal sera applicable à toutes les contraventions ci-dessus indiquées.

ART. 13. — Lorsque l'insalubrité est le résultat de causes extérieures et permanentes, ou lorsque ces causes ne peuvent être détruites que par des travaux d'ensemble, la commune pourra acquérir, suivant les formes et après l'accomplissement des formalités prescrites par la loi du 3 mai 1841, la totalité des propriétés comprises dans le périmètre des travaux.

Les portions de ces propriétés qui, après l'assainissement opéré, resteraient en dehors des alignements arrêtés pour les nouvelles constructions, pourront être revendues aux enchères publiques, sans que, dans ce cas, les anciens propriétaires ou leurs ayant droit puissent demander l'application des articles 60 et 61 de la loi du 31 mai 1840.

ART. 14. — Les amendes prononcées en vertu de la présente loi seront attribuées en outre au bureau de bienfaisance de la localité où sont situées les habitations à raison desquelles ces amendes auront été encourues.

En dehors de Paris et de Lille, dit A. J. Martin, cette loi est demeurée lettre morte entre les mains de la presque unanimité des administrations municipales. Il existe beaucoup de commissions des logements insalubres ; mais elles se réunissent peu, n'osent pas beaucoup, ou sont paralysées par le soulèvement des intérêts privés, auxquels elles se heurtent à chaque pas. La loi du 13 avril 1850, admettant le recours des propriétaires contre les décisions municipales, est très équitable dans son esprit et conforme aux traditions de la législation française. Seulement, le recours devant le conseil de préfecture risque bien d'apporter des questions d'hygiène devant un tribunal qui ne les possède guère et ne voudra pas en convenir. Beaucoup de membres des Commissions des logements insalubres se retirent simplement en face de cette situation peu encourageante. Pourquoi le recours ne se ferait-il pas devant le Conseil d'hygiène ? Celui-ci pourrait ne pas partager l'avis de la Commission ; mais la compétence des juges serait moins discutable. Il semble qu'une loi, qui ne fonctionne à peu près que dans 8 ou 9 villes (Paris, Lille, Bordeaux, Marseille, le Havre, Roubaix, Nancy, Reims, Grenoble), soit une loi mal faite et peu viable. Celle-ci est à refaire, si l'on veut qu'elle vive ; ce qui est à désirer, parce qu'elle répond à des besoins réels. C'est l'avis du Comité consultatif d'hygiène, comme celui de beaucoup de législateurs (Martin Nadaud, Maze).

Bureaux d'hygiène. — A l'exemple de Turin et de Bruxelles, un certain nombre de villes françaises ont mis à profit les pouvoirs municipaux pour se donner la très utile institution d'un *bureau d'hygiène*. Le Havre, Nancy, Reims, Amiens, et quelques autres tirent déjà grand bénéfice de cette création, dont la sphère d'action varie, naturellement, selon les ressources de la localité en hommes et en argent. On y joint, le plus possible, un *laboratoire d'expertise*, imité du *laboratoire municipal* de la ville de Paris. Malgré les efforts de quelques médecins (dont nous ne sommes pas, mais auxquels nous applaudissons), la ville de Lille ne parvient pas à se faire un bureau d'hygiène, peut-être par crainte du laboratoire de vérification.

Nous nous bornerons à indiquer le fonctionnement d'un de ces bureaux, à titre de type général.

Bureau d'hygiène du Havre. — Le bureau d'hygiène du Havre a été créé, en mars 1879, par voie d'arrêté du maire, sur l'initiative des docteurs Fauvel, Lafaurie et, surtout, Gibert, dont le nom se retrouve dans divers autres modes de l'activité philanthropique et médicale. Il se compose d'un médecin directeur et de six médecins municipaux ; il s'appuie d'une commission municipale présidée par le maire, composée de huit membres, dont la moitié sont nommés par les médecins de la ville, au scrutin secret. Le budget de la commune lui fait un subside de 10,000 francs. Ses attributions sont : la constatation des décès à domicile ; celle des naissances à domicile ; l'inspection des écoles municipales ; les renseignements quotidiens sur les maladies contagieuses ; le service municipal de vaccination ; les logements insalubres ; le fonctionnement d'un laboratoire d'essais. Il reçoit les avis de tous les médecins de la ville sur les cas de maladies épidémiques ou contagieuses qui se produisent dans leur clientèle ; ces médecins n'ont qu'à remplir des bulletins *ad hoc* qui leur sont remis et qu'ils font déposer ensuite au Bureau d'hygiène. Chaque membre du Bureau établit des rapports à l'Administration municipale sur les faits qui parviennent à sa connaissance.

Laboratoire municipal de Paris. — Le Laboratoire municipal de chimie fonctionne à la Préfecture de police, caserne de la Cité. Il n'a d'abord servi qu'à l'administration ; les échantillons de substances à analyser lui étaient et sont encore remis par elle, ou bien il les fait prélever par ses agents chez les débitants contre lesquels une plainte a été adressée à la Préfecture ou aux commissaires de police. La falsification est-elle constatée, la plainte est envoyée au procureur de la République qui poursuit d'office. Le public n'est prévenu qu'après le jugement. Le plaignant peut alors, s'il le juge convenable, même après la condamnation en police correctionnelle, exercer son droit de poursuite en dommages-intérêts.

Depuis le 1er mars 1881, le laboratoire municipal, avec un chef de laboratoire (Ch. Girard), un contrôleur général et 30 agents, est ouvert au public, qui peut y faire analyser les boissons et denrées alimentaires de toute espèce et tous objets quelconques pouvant par leur usage intéresser la santé. Les analyses *qualitatives*, avec l'énoncé *bon*, *mauvais*, *falsifié*, sont gratuites ; les analyses *quantitatives* sont taxées de 5 à 20 francs (les analyses du vin, du lait, de la bière, sont justement à ce dernier tarif). Le bulletin donnant le résultat de l'analyse qualitative contient la mention : *Toute personne qui userait du présent bulletin pour nuire à la réputation d'autrui commettrait le délit de diffamation* (art. 18 de la loi du 17 mai 1819). Evidemment, il faut avoir les plus grands égards vis-à-vis des voleurs ; il ne serait pas étonnant qu'un jour les chimistes du laboratoire ne fussent eux-mêmes poursuivis en diffamation et il n'est pas certain qu'ils en sortiraient intacts.

Police sanitaire des animaux. — Le décret du 24 mai 1876 a institué un *Comité consultatif des épizooties*, des *vétérinaires inspecteurs* (un par département) et des *vétérinaires cantonaux*. La police sanitaire des animaux est régie par la loi du 21 juillet 1881, dont nous reproduirons l'esprit et quelques articles.

La loi énumère (Titre Ier) les maladies contagieuses des animaux et définit les mesures sanitaires qui leur sont applicables.

« Art. 1er. — Les maladies des animaux qui sont réputées contagieuses et qui donnent lieu à l'application de la présente loi sont : La *peste bovine* dans toutes les espèces de ruminants, la *péripneumonie* contagieuse dans l'espèce bovine, la *clavelée* et la *gale* dans les espèces ovine et caprine, la *fièvre aphtheuse* dans les espèces bovine,

ovine, caprine et porcine, la *morve*, le *farcin*, la *dourine* dans les espèces chevaline et asine, la *rage* et le *charbon* dans toutes les espèces. »

L'article 2 prévoit l'addition à cette liste d'autres maladies. En fait, par un arrêté en date du 28 juillet 1888, le ministre de l'agriculture y a ajouté le *charbon* (*sang de rate, fièvre charbonneuse*), le *charbon symptomatique*, la *tuberculose*, le *rouget*, la *pneumo-entérite infectieuse*.

L'article 3 prescrit la déclaration obligatoire de tout cas de maladie contagieuse et la séquestration immédiate de l'animal. Le maire, qui a reçu la déclaration, fait procéder (art. 4) à la visite de la bête malade ou suspecte par le vétérinaire chargé de ce service et adresse son rapport au préfet.

« Art. 5. — Après la constatation de la maladie, le préfet statue sur les mesures à mettre à exécution dans le cas particulier. Il prend, s'il est nécessaire, un arrêté portant déclaration d'infection. Cette déclaration peut entraîner, dans les localités qn'elle détermine, l'application des mesures suivantes : 1° l'isolement, la séquestration, la visite, le recensement et la marque des animaux et troupeaux dans les localités infectées ; — 2° l'interdiction de ces localités ; — 3° l'interdiction momentanée ou la réglementation des foires et marchés, du transport et de la circulation du bétail ; — 4° la désinfection des écuries, étables, voitures ou autres moyens de transport, la désinfection ou même la destruction des objets à l'usage des animaux ou qui ont été souillés par eux. »

Les articles 6 et 7 comportent l'abattage, après arrêté du préfet et sur l'ordre du maire, des animaux atteints de la peste bovine ou simplement contaminés.

Par les articles 8 à 10, est ordonné l'abattage des animaux *morveux* incurables, des *péripneumoniques* dans le délai de deux jours et celui des *enragés* (ou simplement suspects, s'il s'agit de chiens et de chats) immédiatement. Les animaux de l'espèce bovine devront (art. 9) être inoculés de la péripneumonie contagieuse, dans les localités infectées de cette maladie. Le préfet peut ordonner, de même, sur l'avis du comité des épizooties, la clavelisation des troupeaux, en temps de clavelée.

« Art. 13. — La vente ou la mise en vente des animaux atteints ou soupçonnés d'être atteints de maladies contagieuses est interdite... »

« Art. 14. — La chair des animaux morts de maladies contagieuses, quelles qu'elles soient, ou abattus comme atteints de la peste bovine, de la morve, du farcin, du charbon et de la rage, ne peut être livrée à la consommation. »

« Les cadavres ou débris des animaux morts de la peste bovine et du charbon, ou ayant été abattus comme atteints de ces maladies, devront être enfouis avec la peau tailladée, à moins qu'ils ne soient envoyés à un atelier d'équarrissage régulièrement autorisé... »

« Art. 15. — La chair des animaux abattus comme ayant été en contact avec des animaux atteints de la peste bovine peut être livrée à la consommation ; mais leurs peaux, abats et issues ne peuvent être sortis du lieu de l'abattage qu'après avoir été désinfectés. »

Le titre II (art. 17 à 23) règle les indemnités à allouer aux propriétaires d'animaux *abattus* pour cause de *peste bovine* ou de *péripneumonie contagieuse*, ou morts par suite de l'inoculation de cette dernière. Les autres contagieuses ne donnent aucun droit de ce genre.

Le titre III (art. 24 à 29) détermine les conditions de l'*importation* et de l'*exportation des animaux*. Ces articles prévoient la *visite sanitaire* à l'entrée en France ; la *mise en quarantaine* des animaux suspects, l'*abattage* des contagieux.

Les *Pénalités* sont l'objet des prescriptions du titre IV (art. 30 à 36).

Dans le titre V, *Dispositions générales*, nous relevons l'article 38. « Un service

des épizooties est établi dans chacun des départements, en vue d'assurer l'exécution de la présente loi. Les frais de ce service seront compris parmi les dépenses obligatoires à la charge des budgets départementaux et assimilés aux dépenses classées sous les paragraphes 1 à 4 de l'article 60 de la loi du 10 août 1879. » — Et l'article 39. « Les communes où il existe des foires et des marchés aux chevaux ou aux bestiaux seront tenues de préposer, à leurs frais et sauf à se rembourser par l'établissement d'une taxe sur les animaux amenés, un vétérinaire pour l'inspection sanitaire des animaux conduits à ces foires et marchés. »

B. **Organisation sanitaire extérieure**. — Celle-ci ne vise guère que la surveillance des fléaux exotiques et la défense des abords du territoire. Elle fait le pendant de l'institution des médecins des épidémies à l'intérieur; ceux-ci, en effet, n'ont pas à s'occuper seulement des épidémies autochthones, les fléaux exotiques sont de leur ressort dès qu'ils ont passé la frontière. La loi du 3 mars 1822, et la Convention sanitaire de 1853, prévoient même les quarantaines de terre, dont on n'use d'ailleurs jamais.

Les dispositions actuellement en vigueur, en ce qui concerne la police sanitaire maritime, ont été déterminées par le règlement du 22 février 1876, dû à Fauvel. Nous ne reviendrons pas sur la teneur de ce règlement au sujet des quarantaines ; l'esprit en a été précisé à propos de l'*hygiène internationale* (p. 1352). Quant à l'organisation même et aux fonctionnaires, tout notre littoral a été divisé en 11 circonscriptions sanitaires; à la tête de chacune d'elles se trouve un *Directeur de la santé*, *pris dans le corps médical*, ayant sous ses ordres un personnel d'officiers, d'employés et de gardes en nombre proportionné aux besoins du service. Il y a, en outre, des agents principaux, des agents ordinaires et des sous-agents répartis dans les différents ports. Tout ce personnel relève du Ministre, mais peut donner des ordres dans des cas pressants et prévus par la loi, sauf recours au ministre. Dans chaque circonscription, il existe au moins un *Conseil sanitaire*, composé de divers éléments scientifiques, administratifs et commerciaux, et représentant les intérêts locaux; aussi peut-on reproduire cette institution dans tous les ports importants de la circonscription. Sont membres de droit des Conseils sanitaires : le professeur d'hygiène de la Faculté ou École de médecine de plein exercice ou de l'École de médecine navale située dans le département, ainsi que le médecin des épidémies de l'arrondissement (décret du 30 décembre 1884).

Le Conseil sanitaire est consulté sur les mesures à prendre et propose au préfet, pour être soumis au ministre, les changements ou additions à introduire dans les règlements locaux concernant le service sanitaire de leur circonscription.

Des médecins sanitaires sont entretenus par la France dans les stations du Levant (Constantinople, Alexandrie, Djeddah, Beyrouth, Damas, Suez, Smyrne), pour prendre part à la préservation des maladies pestilentielles dans ce pays, concurremment avec les médecins des autres puissances et informer l'administration de leur pays des dangers qu'il pourrait avoir à courir. Un Inspecteur général surveille et contrôle les services sanitaires.

Résumé de la législation sanitaire française.

I. *Exercice de la médecine et de la pharmacie. Personnel médical.* — Loi du 19 ventôse an XI (10 mars 1803). — Loi du 22 août 1854 (épreuves des officiers de santé). Loi du 21 germinal an XI (11 avril 1803) sur l'exercice de la pharmacie.

II. *Vente des poisons et des remèdes secrets.* — Décret du 18 août 1810. Décret du 3 mai 1850. — Loi du 19 juillet 1845; ordonnance du 10 octobre 1846; décret du 8 juillet 1850 (*sur la vente des substances vénéneuses*).

III. *Eaux minérales.* — Loi du 14 juillet 1856 sur la conservation et l'aménagement des sources d'eaux minérales; et règlement du 8 septembre 1856. — Décret du 28 janvier 1860, sur l'inspection médicale et la surveillance des sources et des établissements d'eaux minérales, et sur les conditions générales d'ordre, de police et de salubrité, auxquelles les établissements d'eaux minérales doivent satisfaire.

IV. *Vente des denrées alimentaires et boissons.* — La loi du 27 mars-1er avril 1851 « tendant à la répression plus efficace de certaines fraudes dans la vente des marchandises », s'appuie sur l'article 423 du Code pénal.

Art. 423 (*Code pénal*). — « Quiconque aura trompé l'acheteur... sur la nature de toute marchandise... sera puni de l'emprisonnement pendant trois mois au moins, un an au plus, et d'une amende qui ne pourra excéder le quart des restitutions et dommages-intérêts, ni être au-dessous de 50 francs.

Loi du 27 *mars*-1er *avril* 1851. — Art. 1. — Seront punis des peines portées par l'article 423 du Code pénal :

1° Ceux qui falsifieront des substances ou denrées alimentaires ou médicamenteuses, destinées à être vendues;

2° Ceux qui vendront ou mettront en vente des substances ou denrées alimentaires qu'ils sauront être falsifiées ou corrompues;

3° Ceux qui auront trompé ou tenté de tromper sur la quantité, etc...

Art. 2. — Si, dans les cas prévus par l'article 423 ou par l'article 1er de la présente loi, il s'agit d'une marchandise contenant des mictions nuisibles à la santé, l'amende sera de 50 à 500 francs.

Art. 3. — Sont punis d'une amende de 16 à 25 francs et d'un emprisonnement de six à dix jours, ou de l'une de ces deux peines seulement,... ceux qui, sans motifs légitimes, auront dans leurs magasins, ateliers ou maisons de commerce, ou dans les halles, foires ou marchés,... des substances alimentaires ou médicamenteuses qu'ils sauront être falsifiées ou corrompues. Si la substance falsifiée est nuisible à la santé, l'amende pourra être portée à 50 francs et l'emprisonnement à quinze jours.

L'article 4 double les peines en cas de récidive dans les cinq ans qui suivent une première condamnation. L'amende peut même être portée à 1.000 francs.

Art. 477 (*Code pénal*). — Seront saisis et confisqués... 2° les boissons falsifiées, trouvées appartenir au vendeur et débitant; ces boissons seront répandues;... les comestibles gâtés, corrompus ou nuisibles : ces comestibles seront détruits.

Loi du 5 mai 1855. Art. 1er. — « Les dispositions de la loi du 27 mars 1851, sont applicables aux boissons. » — Loi du 14 mars 1887 « concernant la *répression des fraudes commises dans la vente des beurres* ».

V. *Hygiène industrielle.* — Décrets : du 15 octobre 1810, du 21 mars 1851, du 31 décembre 1866, du 3 mai 1886, sur les *établissements insalubres*, dangereux ou incommodes. — Lois du 2 mars 1841, du 19 mai 1874, sur le *travail des enfants*. — Décret du 14 mai 1874, sur le commerce du *pétrole*.

VI. *Logements et localités.* — Loi des *logements insalubres* du 13 avril 1850. Modification à cette loi, du 30 mai 1864. Ordonnance sur la salubrité des habitations, du 23 novembre 1853, valable pour Paris. Ordonnances de police du 23 octobre 1819, du 5 juin 1834, du 23 octobre 1850, du 8 novembre 1851, du 23 novembre 1853, du

7 mai 1878, concernant les habitations à Paris. Décret du 26 mai 1852, relatif aux rues de Paris et applicable à toutes les villes qui en feront la demande. — Ordonnance du 20 novembre 1848 sur les logements mis en location. — Loi de mai 1854, sur le libre écoulement des eaux de drainage. — Décret des 16 et 24 août 1790, valable pour toute la France, réglementant l'assainissement des rues et des places publiques. — Ordonnance de mars 1834, pour l'interdiction des dépôts et déversements d'immondices dans les rues. — Ordonnance concernant les dépôts d'engrais et d'immondices dans les communes rurales, du 8 novembre 1839. — Circulaire ministérielle du 18 juin 1856, relative à l'inondation des habitations. — Loi relative à la création d'établissements modèles de bains et lavoirs publics, du 3 février 1851, ouvrant un crédit de 600,000 francs pour faciliter aux communes l'entreprise de pareils établissements.

VII. *Vérification des décès. Inhumations.* — Articles 77 à 81 du Code civil. Circulaire ministérielle du 24 décembre 1866. — Décret du 12 juin 1804 (cimetières et sépultures); du 7 mars 1806 (habitations et puits à plus de 100 mètres du cimetière); du 6 décembre 1843 (nouveaux cimetières). Circulaire du 30 janvier 1856 (transport des cadavres). — Arrêtés et ordonnances spéciaux à Paris : 3 décembre 1821, 15 avril 1840, 25 juillet 1844, 20 décembre 1859.

VIII. *Souillure des cours d'eau* (contre la). — Lois du 22 décembre 1789, 12 et 20 août 1790, 6 octobre 1791, chargeant les communes et les départements de s'opposer aux souillures dangereuses des cours d'eau.

IX. *Protection des enfants en bas âge.* — Décret du 19 janvier 1871 sur les *enfants trouvés.* — Loi du 23 décembre 1874 (*loi Roussel*), donnant à l'Etat la protection des enfants au-dessous de 2 ans, placés hors du domicile de leurs parents.

X. *Maladies contagieuses.* — Décisions ministérielles des 2 mai 1805, 30 septembre 1813, 24 mai 1836, 1er septembre 1851, relativement aux *médecins des épidémies.* — *Police sanitaire maritime :* ordonnance du 9 août 1822 ; décret du 24 décembre 1850, fondement de toute la législation sanitaire extérieure ; règlement sanitaire international de 1853 ; décret du 27 mai 1853 ; arrêtés des 16 juin et 30 août 1861 ; instruction ministérielle du 14 juin 1862 ; décret du 7 septembre 1863 ; décret du 23 juin 1866 ; règlement du 22 février 1876.

XI. *Police sanitaire des animaux.* — Loi du 21 juillet 1881 (voy. pl. haut).

Angleterre. — L'Angleterre est, par excellence, le pays de l'administration locale (*Self government*). Toute fraction de la nation qui contribue de ses deniers à la chose publique, veut en avoir sa part de bénéfice et contrôler l'emploi des ressources qu'elle fournit. Seulement, il est des cas dans lesquels la haute surveillance de l'État est une sauvegarde positive et où l'unification des services est une supériorité. C'est pour cela que la tendance gouvernementale, en Angleterre, depuis près d'un demi-siècle, a été de centraliser l'administration sanitaire.

Du reste, il nous est difficile, sur le continent, de bien saisir les relations qui existent entre les pouvoirs publics et les administrations locales, non plus que les transformations que subissent là-bas, sans difficulté, les conseils et les instruments administratifs. La situation du pouvoir exécutif vis-à-vis du Parlement est autre que chez nous ; le Parlement lui-même pénètre dans l'administration locale a un degré qui nous surprendrait. Avec les variations de la représentation nationale, l'administration sanitaire peut changer de nom, d'attributions et de titulaires ; à cet égard, le ministère des pauvres a remplacé le ministère du commerce et a fait place lui-même à l'Office sanitaire, qui est devenu, en 1871, le *Local Government Board.*

L'office sanitaire (*General Board of Health*), créé pour six ans, en 1848, fut prolongé en 1854, puis, supprimé en 1858. Le Parlement crée même, pour des besoins particuliers, des commissions d'études qui ne durent que le temps d'une législature; ainsi la Commission de 1867 pour l'étude de l'approvisionnement d'eau de Londres. Le Conseil privé (*Privy council*), assez semblable à notre conseil d'État, nomme de son côté des commissions d'enquête (la *Rivers pollution Commission* en est une des plus fameuses), qui ne dépendent du Parlement qu'autant qu'il dispose du vote des sommes que pourront coûter les travaux qu'elles auront proposés.

En face des pouvoirs centraux se trouvent les administrations locales. Mais il n'y a rien, en Angleterre, qui ressemble à notre répartition rigoureuse du territoire en départements, arrondissements, cantons. Le « comté » et ses subdivisions n'ont guère de rapport qu'avec la justice; l'administration locale réelle est la *Vestry*, ou administration de la paroisse (*parish*). C'est la *vestry* qui, de tout temps, a administré les biens des pauvres et est devenue le noyau de l'organisation de l'hygiène publique. Mais, quand la paroisse devient trop importante, cette administration peut se subdiviser, remettre une part de sa charge à des autorités locales secondaires; de même que, le cas échéant, elle accepte l'administration sanitaire de localités qui ne font partie d'aucune paroisse (*Extra-parochial places*). En 1834, on commença par réunir en une seule circonscription sanitaire plusieurs de ces *vestries* (*Poor law unions*), dont il existait entre six et sept cents. Les localités hors paroisses furent incorporées à l'Union.

Une autre division territoriale, intéressante à notre point de vue et encore distincte de la précédente, est celle des voies de communication, *Highway district*.

Les juges de paix, réglant aussi les questions de police, ont eu jusqu'à présent un grand rôle dans l'exécution des mesures d'hygiène publique, adoptées dans les divers cantons ; d'autant plus que la coutume est d'en appeler seulement d'un juge de paix à un autre et que ce n'est que depuis peu que l'on commence à ouvrir l'instance près de l'administration centrale.

Dans les villes, l'administration paroissiale subsiste également, mais elle laisse peu à peu se substituer à elle, pour les questions d'hygiène publique, l'autorité municipale, soit comme telle, soit sous la forme de commissions spéciales émanant de la commune.

Le respect de l'autonomie locale est encore tel, chez nos voisins d'outre-Manche, qu'un bon nombre des lois sanitaires actuelles, rendues par l'autorité centrale, ne sont obligatoires dans les circonscriptions qu'autant que l'administration de celles-ci les a acceptées.

Organisation sanitaire à l'intérieur. — Le grand et légitime émoi causé en Angleterre par les ravages du choléra en 1831 a été l'origine de deux créations desquelles est sortie toute l'organisation sanitaire, à savoir : la centralisation de l'administration des pauvres (*Poor law Union*) et l'institution d'une statistique régulière (*Registrar general*). Il faut dire aussi que l'on n'avait pu ne pas remarquer que la prospérité industrielle du pays entraînait l'extension des villes, y faisait affluer la population laborieuse et que les coups du fléau avaient été étrangement meurtriers dans les quartiers urbains occupés par cet élément, encombrés et abandonnés à une malpropreté sordide. Le premier rapport du *Registrar general*, daté de 1838, est resté célèbre ; il démontra que le mal était plus grand encore qu'on ne l'avait supposé. D'autre part, l'administration des pauvres, chargée de rechercher les conditions d'hygiène dans lesquelles vivaient les pauvres et les travailleurs, apportait des renseignements navrants (*Report on the sanitary condition of the labouring population of great Britain*).

Dès lors, il fut fait appel à l'intervention de l'autorité centrale. Les grandes villes elles-mêmes sollicitèrent du Parlement l'autorisation de se donner des prescriptions nouvelles en vue de l'éloignement des causes d'insalubrité et pour l'amélioration de la canalisation, de l'évacuation des immondices, des logements, des industries insalubres. Plusieurs d'entre elles réalisèrent rapidement d'importants progrès ; mais il était évident que le devoir du gouvernement était de prendre la haute direction et la surveillance de ce mouvement protecteur. Il y était encouragé par le succès de son premier essai de centralisation, en 1834, dans un moment d'urgence. Les conseils de circonscription (*Poor Law Guardians*) et l'autorité spéciale (*Board of Guardians*), établis à cette époque et formant l'administration des pauvres, fonctionnaient avec des résultats palpables, comme ils fonctionnent d'ailleurs encore aujourd'hui, réunis au *Local Government Board*. Les lois rendues en 1847 furent une première conséquence des besoins que cette administration avait révélés : *Consolidation Acts; Towns improvement clauses Act; Commissionners clauses Act.* — Les premières établissaient les branches essentielles de l'hygiène municipale; la loi sur l'assainissement des villes prescrivait la nomination, par les autorités urbaines, d'un *Surveyor*, d'un *Inspector of nuisances* et d'employés médicaux selon les besoins; la troisième loi prescrivait, dans les localités sans conseil administratif, la formation d'une commission d'hygiène, dont les membres, élus par les habitants soumis à la taxe, seraient chargés de prendre les mesures essentielles pour la salubrité du lieu.

La loi de 1848 (*Public health Act*) créa une autorité sanitaire gouvernementale, le *General Board of health*, qui devait contrôler la pratique de l'hygiène publique dans les communes. Cette loi n'était obligatoire que pour les communes où un dixième, au moins, des habitants payant la taxe, l'acceptait, ou pour celles dont la mortalité moyenne des sept dernières années dépassait 23 p. 1000. Encore fallait-il que l'administration sanitaire supérieure le jugeât opportun et donnât son assentiment. Dans ce cas, des autorités sanitaires locales devaient être installées. Celles-ci furent, soit le conseil municipal lui-même, soit une commission nommée *ad hoc*. Cette autorité locale avait à instituer un *Surveyor*, un *Inspector of nuisances* et, au besoin, un fonctionnaire médical. Il lui incombait le soin du drainage et des égouts, de l'approvisionnement d'eau, des logements, des cimetières, la surveillance de l'abattoir, des industries insalubres, l'éloignement des immondices, l'entretien et l'éclairage des rues.

Cette loi n'étant pas obligatoire partout et n'étant pas, en fait, appliquée dans les petites villes et les localités rurales, le Parlement rendit, dans la même année 1848, le *Nuisance removal and Diseases prevention Act*, qui instituait une commission spéciale : *Nuisances removal Committee*, pour les localités qui n'avaient pas créé l'autorité sanitaire communale, prévue par la loi précédente. Cette commission était chargée de rechercher les causes d'insalubrité et de les faire cesser par les moyens légaux. Il est clair que, là où existaient déjà des autorités sanitaires, celles-ci ne purent qu'emprunter une nouvelle activité et une nouvelle influence à ces deux lois.

Quelques autres actes législatifs, édictés dans les années suivantes, consolidèrent encore les autorités locales, qui, d'ailleurs, très actives et évitant les empiètements, surent se faire accepter des populations. Il n'en fut pas de même du Conseil général de santé, qui, très impopulaire par son origine antipathique au *self-government*, se heurta bientôt à de grands intérêts privés. Edwin Chadwick, qui en fut président, a raconté comment une coalition d'usiniers, d'ingénieurs, de directeurs et d'actionnaires des compagnies commerciales de la capitale, finit par obtenir de la Chambre des communes, « par surprise, un vote que lord Palmerston déclara le plus *malsain*

qu'il eût jamais rencontré dans sa carrière parlementaire ». Après dix ans d'existence, le *General Board of health* fut supprimé et ses attributions furent reportées, partie au *Privy Council*, partie au ministère de l'intérieur.

Pour compenser le défaut d'une autorité centrale compétente, unique et active, une nouvelle loi : *Local Government Act* 1858, étendit les attributions du ministère de l'intérieur et s'efforça d'élever les pouvoirs des autorités sanitaires locales. Sans être absolument obligatoire, cette loi l'était pour les cantons qui avaient accepté la loi de 1848; elle le devenait encore, même sans l'assentiment de l'autorité supérieure, dans les autres lieux, pourvu que deux tiers des électeurs présents l'aient décidé. Elle donnait au ministre de l'intérieur de larges pouvoirs en vue de réunir les communes en circonscriptions sanitaires et pour fixer les limites de celles-ci : le même ministre devenait le juge d'appel le plus élevé en matière sanitaire. D'autre part, les autorités sanitaires locales étaient confirmées dans leurs droits et devoirs: on y ajoutait des pouvoirs plus étendus à l'égard des logements insalubres ou dangereux, des constructions nouvelles, des distributions d'eau, des vidanges; un pouvoir illimité à l'égard de l'utilisation et de la désinfection des eaux d'égouts. — Enfin, on multipliait les lois sanitaires de but particulier : lois sur les falsifications alimentaires, sur les fabriques de produits chimiques, sur le travail dans les manufactures, les logements d'ouvriers, les industries dangereuses, l'utilisation de l'eau d'égout, les lieux publics, la vaccine, la prostitution, etc.

Malgré tout, les inconvénients du manque d'unité dans l'impulsion centrale se faisaient de plus en plus sentir, beaucoup de communes continuaient à ne pas avoir d'autorité sanitaire et, néanmoins, leur territoire gagnait sur les districts qui en étaient pourvus, de façon à contrebalancer le redoublement d'activité des fonctionnaires d'hygiène publique. C'est alors que l'on se décida à réunir une commission de réorganisation sur le rapport de laquelle furent rendues les deux lois: *Local Government Act* 1871 et *Public Health Act* 1872, qui caractérisent l'organisation sanitaire anglaise actuelle.

Toute localité du royaume est rattachée à une circonscription sanitaire. Dans toute l'étendue de celle-ci, l'hygiène publique est obligatoire et la pratique en est confiée à une autorité communale, exclusivement instituée pour ce but : le *local Board of health*. La surveillance et le contrôle de l'exécution des mesures d'hygiène appartiennent à une autorité gouvernementale, unique, le *Local Government Board*, dans lequel s'est à peu près fondu, depuis lors, le ministère des pauvres. (En effet, les frais de l'administration des pauvres incombent toujours aux paroisses, mais l'État supporte les frais de l'administration centrale et quelques autres ; il entre pour moitié dans les émoluments des médecins des pauvres. Les *Boards of Guardians* n'agissent que par les ordres de l'administration centrale ; ils nomment leurs employés, mais après acceptation de la précédente).

Le *Local Government Board* a pour président un membre du Parlement, faisant partie du ministère et nommé par la reine ; les membres ordinaires sont : le lord grand-chancelier, le lord président du Conseil et les divers Ministres. Tous ces hauts personnages sont d'une immense capacité ; mais s'ils entendent quelque chose à l'hygiène, c'est par hasard; et, si ce hasard heureux est une réalité, il est bien probable que les tracas de la politique ne laissent pas à ces fonctionnaires le temps de déployer leurs talents d'hygiénistes. Edwin Chadwick traite avec un suprême dédain ce

nouveau conseil et le qualifie de « service bureaucratique de la circonlocution ». La situation est assez évidente par elle-même pour que l'on n'accuse point de jalousie de métier l'ancien président du *general Board*, dont le caractère est d'ailleurs suffisamment connu. L'activité locale supplée, dans une certaine mesure, à ce recul de l'autorité sanitaire centrale; mais non sans abus et sans relâchement, tout en coûtant fort cher. Au témoignage d'Edwin Chadwick, les impôts, qui avaient été réduits à près de 4 millions de liv. sterl., sont remontés à un chiffre annuel de près de 8 millions.

Le Conseil sanitaire nomme lui-même les employés, inspecteurs, secrétaires, dont il a besoin. Ses attributions comprennent :

Le droit d'ordonner, de modifier, de suspendre les mesures de préservation à l'égard des épidémies et maladies contagieuses ; — la surveillance de la vaccine ; — la surveillance des constructions ; — le contrôle de l'administration des pauvres et des institutions de bienfaisance; — la haute surveillance de l'hygiène municipale, le contrôle de la gestion des conseils sanitaires locaux, la mission de sanctionner les emprunts et les décisions des communes en ce qui regarde l'hygiène; — le droit et le devoir d'intervenir vis-à-vis des autorités locales négligentes ou réfractaires; — une certaine participation à la réunion des circonscriptions sanitaires et à leur délimitation, à l'installation d'autorités sanitaires dans les ports; — le droit de prendre des arrêtés relativement à la nomination, aux qualités, à la mission, à la révocation des médecins des pauvres dans chaque district ; — le même droit à l'égard du *medical officer* ou de l'*inspector of nuisances*, que doivent installer les conseils locaux, dans le cas où un crédit serait demandé à l'État pour parfaire leurs appointements ; — le droit de nommer ou de révoquer des *Analysts*, c'est-à-dire des experts pour la vérification des denrées alimentaires, etc. ; — le droit d'approuver les projets d'amélioration urbaine, les plans de canalisation ou de lieux publics; — tous les droits et devoirs que les lois avaient conférés jusqu'à présent au secrétaire d'État en ce qui concerne les voies publiques dans toute l'Angleterre ; — le pouvoir d'ouvrir en tout temps des enquêtes sur l'hygiène publique de toute localité : — le contrôle de la statistique.

Neuf divisions se partagent cette vaste besogne, savoir :

1° Les pauvres; 2° les matières juridiques ; 3° les constructions : 4° le génie civil; 5° les objets médicaux et l'hygiène publique proprement dite; 6° la vaccine; 7° l'industrie ; 8° les eaux de Londres ; 9° la statistique.

Le Conseil supérieur d'hygiène reçoit ses informations du *Registrar general*, des rapports annuels des conseils locaux, des rapports obligatoires des employés médicaux relevant de l'État, et enfin de ses propres inspecteurs, qui visitent les circonscriptions sanitaires et assistent, au besoin, aux séances des conseils locaux. Le Conseil central est non seulement armé du contrôle, mais il exerce la direction, enseigne et prescrit.

En pratique, l'hygiène publique est entre les mains des conseils locaux. Ceux-ci se distinguent en *ruraux* et *urbains*. Les Conseils urbains réunissent sur les mêmes représentants l'autorité municipale des villes qui ont la qualité de bourgs (*boroughs*) et l'autorité sanitaire proprement dite. Dans les campagnes, c'est le bureau des pauvres qui représente l'autorité sanitaire ; toutefois, cette administration, qui réunit plusieurs paroisses, peut déléguer ses pouvoirs à une commission de localité ou à un comité paroissial.

Les Conseils locaux (*Local Board of health*) doivent établir un programme des affaires qui leur incombent et que leurs employés ont à traiter ; ils lèvent une taxe

pour suffire à l'ensemble de leurs frais; contractent des emprunts, prescrivent des mesures locales d'hygiène publique ; ils sont tenus de fournir un rapport annuel au conseil supérieur et ont, en outre, soit des droits, soit des obligations en ce qui concerne les objets suivants :

La canalisation dans le district ; — l'évacuation et l'utilisation des eaux d'égout ; — le drainage ; — les vidanges ; — l'approvisionnement d'eau ; — la pureté des cours d'eau ; — les habitations et les constructions en général ; — les hôtelleries et logeurs ; — les habitations en location ; — l'habitation des caves ; — les maisons et groupes de maisons insalubres : — les boulangeries ; — les abattoirs ; — les navires ; — les bains et lavoirs publics ; — les causes publiques d'insalubrité (*nuisances*) ; — les industries dangereuses ; — la protection contre les maladies infectieuses ; — la construction des hôpitaux, des maisons mortuaires, des chambres à désinfection ; — les cimetières ; — les lieux publics ; les matières alimentaires insalubres ; — les denrées alimentaires falsifiées ; — dans les villes, l'éclairage et l'entretien des rues, l'établissement de rues et de maisons nouvelles.

Un certain nombre de ces attributions sont entourées de dispositions restrictives. D'autres sont éludées par ce fait que beaucoup des lois sanitaires anglaises sont plus ou moins facultatives. Néanmoins, les Conseils locaux d'hygiène auraient une action immense, s'ils le voulaient, attendu qu'ils ne sont pas, comme les nôtres, purement consultatifs, mais qu'ils disposent absolument du droit d'initiative et d'intervention, qu'ils ne sont responsables que vis-à-vis du Conseil supérieur, que leurs décisions sont obligatoires et qu'ils peuvent déférer aux tribunaux les délinquants.

Le *local Government Board*, ou plutôt l'autorité centrale, semble disposée, tantôt à tempérer leur action, tantôt, au contraire, à tenir compte des intérêts particuliers ou des préjugés de sectes qui la paralysent. On s'explique ainsi la résistance contre la *vaccine obligatoire* et le sort des lois qui avaient en vue la prophylaxie des maladies vénériennes (voy. p. 1345).

Les *Vaccination Act* 1867 et *Amendment Act* 1871 ont rendu la vaccine obligatoire en Angleterre. Les parents ou tuteurs sont obligés, sous peine d'amende, de faire vacciner leurs enfants dans les trois premiers mois de la vie. Ils peuvent recevoir la vaccination gratuite de la part des médecins vaccinateurs nommés et payés par l'administration des pauvres. Ces médecins sont sous la protection d'un *Vaccination officer*, qui est chargé de l'exécution de la loi, au point de vue de la police. Cependant, en 1870, à Londres, il n'y eut que 35,266 vaccinations d'enfants au-dessous d'un an, alors que l'immense ville compte 112,250 naissances. Voici, d'ailleurs, comment l'administration des pauvres entend ses devoirs à cet égard : en 1875, il y eut un procès devant la Cour du banc de la reine, à l'occasion d'un conseil de cercle qui s'était refusé à agir contre les réfractaires de la loi de vaccination ; dans l'instruction, il fut démontré que ce conseil, en nommant ses médecins vaccinateurs, n'avait accepté la plupart d'entre eux qu'autant qu'il les supposait disposés à ne pas chercher à faire exécuter la loi de vaccination. On sait que dans cet intelligent pays il s'est formé une *ligue antivaccinale*, laquelle paye les amendes des gens qui désobéissent à la loi, et qu'en 1877, à la Chambre des communes, on émit l'avis de ne point multiplier les amendes infligées aux délinquants, dans la crainte d'ériger en martyrs ceux qui ne sont que victimes d'un préjugé ! En 1876, les non vaccinés étaient encore 7 p. 100 (Seaton).

Police maritime de santé. — Il n'y a pas, en Angleterre, d'administration sanitaire maritime distincte; quand une circonscription confine à un port, elle peut devenir circonscription maritime par une décision du conseil supérieur, sanctionnée par le Parlement. Cette *port Authority* a les mêmes attributions que les autorités sanitaires locales. Elle agit de concert avec l'administration des douanes, pour la visite des navires, la désinfection et autres mesures à prendre. Des décisions spéciales (*Orders in council*) les arment de pouvoirs appropriés, selon les cas qui se présentent.

Fonctionnaires sanitaires. — Toutes les administrations sanitaires *de villes* ont : un *Medical officer of health*, un *Surveyor*, un *Inspector of nuisances*, un *Clerk* (secrétaire), un *Treasurer* (trésorier), des assistants, des collecteurs et divers employés subalternes. Les administrations rurales n'ont que le *Medical officer of health*, l'*Inspector of nuisances*, les assistants et le personnel auxiliaire.

L'*officier médical* doit être médecin , le même peut remplir ces fonctions dans plusieurs circonscriptions sanitaires simultanément. Il est l'œil et le bras du conseil, au nom duquel il fait ses constatations. Çà et là, il reçoit une part de ses pouvoirs du conseil supérieur et agit au nom de l'État. L'*Inspecteur des nuisances*, qui est un officier de police, assiste à toutes les séances du conseil sanitaire, se livre aux mêmes recherches que le précédent sur les causes d'insalubrité et, sous la surveillance du conseil, s'occupe de donner suite aux ordres du *Medical officer*. Les autres employés ne sont pas obligés d'être médecins, mais seulement d'être compétents dans la partie à laquelle ils sont affectés. Ils partagent avec les précédents la besogne des visites aux établissements, rues, maisons, etc., qui peuvent recéler des causes d'insalubrité.

Il existe environ 930 conseils urbains et 360 conseils ruraux. Voici, pour exemple, comment fonctionne le mécanisme sanitaire dans deux grandes villes anglaises. — A Bristol, c'est le conseil de la ville qui est l'autorité sanitaire; il a choisi dans son sein une commission spéciale : *Committee of the Board of health*, chargée de cette branche d'administration. Tous les jeudis, le *Medical officer* fait à ce comité son rapport et ses propositions. On en délibère, et les décisions prises sont communiquées à l'officier sanitaire, dont le bureau est ouvert tous les jours, à des heures fixées, et qui reçoit les rapports journaliers des inspecteurs, leur prescrit leur besogne, et veille par lui-même à l'exécution, quand il en est besoin. La ville est divisée, pour ce fonctionnement spécial, en quatre arrondissements, à chacun desquels est affecté un inspecteur; celui-ci surveille la propreté des rues, l'arrosage public, les industries insalubres, les latrines, les égouts. Sous ses ordres, dans chaque district, sont placés deux ouvriers particulièrement affectés au nettoyage des latrines, à la désinfection et aux travaux urgents. En outre, un inspecteur supérieur visite les logements garnis et les abattoirs. C'est celui-ci qui dénonce judiciairement les nuisances et qui est appelé (non l'officier médical) à témoigner en justice lorsqu'il y a lieu. (Dans d'autres localités, c'est le secrétaire du Conseil qui remplit cet office; le *Medical officer* ne comparait que très exceptionnellement.) A Liverpool, c'est encore l'administration urbaine qui est autorité sanitaire et qui a délégué pour cette branche un comité spécial. Mais celui-ci borne son activité à prendre des arrêtés relativement aux maisons de logeurs et aux logements en

location, sur les avis du *Medical officer*. Pour le reste, la plus parfaite initiative est laissée à celui-ci, sauf ses rapports réguliers. Le *Medical officer* a sous ses ordres de nombreux employés : 1 architecte, 1 sur-inspecteur, 16 sous-inspecteurs, 4 inspecteurs des viandes et du poisson, 8 inspecteurs des maisons. Il leur trace leurs devoirs et reçoit leurs rapports, sans préjudice de sa surveillance personnelle. Il y a des ouvriers en proportion du nombre de ces inspecteurs.

L'administration sanitaire de Londres, quoique reproduisant les traits essentiels de l'administration générale, garde un caractère d'indépendance très marquée. Primitivement, la cité et les nombreuses Vestries de Londres s'administraient sans uniformité ni lien commun; elles ont été soumises à un régime unitaire en vertu des lois de 1855, 1856, 1858, 1862 (*Metropolis local management Acts*). La ville entière est répartie entre 23 grandes paroisses et 15 groupes communaux, qui réunissent 56 petites paroisses. La cité est une des grandes communes. Chacun de ces groupes possède une autorité communale (*district Board*), qui choisit au moins un de ses membres pour constituer l'autorité urbaine (*Metropolitan Board of Works*). L'administration centrale et les administrations de district nomment leurs fonctionnaires sanitaires, qui jouissent des attributions que nous avons indiquées au sujet des conseils provinciaux. Ceux-ci prennent des arrêtés dans les matières de leur compétence. L'autorité métropolitaine reçoit un rapport annuel de chaque administration particulière ; elle contrôle les actes de celles-ci dans les questions d'intérêt général, principalement dans celles qui se rattachent à la canalisation ; elle constitue un tribunal d'appel pour les décisions des autorités de district. Néanmoins, l'organisation sanitaire de Londres manque toujours de cohésion et d'harmonie, et l'on est encore obligé de recourir à la création de commissions spéciales, quand il existe quelque lacune d'hygiène particulièrement flagrante, ainsi que l'on fit autrefois pour les *Commission of Sewers, Metropolitan buildings Commission*.

Un rouage sanitaire qui joue un grand rôle dans l'hygiène publique de l'Angleterre, c'est l'institution des chimistes-experts (*Analysts*), sortie des lois de 1874 et 1875 sur la vente des denrées alimentaires. Il existait, en 1876, 93 chimistes-experts, qui se sont réunis depuis en société : *the Society of public Analysts*, dans le but d'uniformiser les procédés de recherches et de s'aider mutuellement à développer les moyens d'analyse. Il y en a vingt-six pour Londres seulement. Tout acheteur a le droit, de la part du chimiste public de son district, à une analyse et à un certificat de l'opération moyennant la somme de 10 shillings et demi (12 fr. 60), au maximum. Les employés sanitaires médicaux, les officiers de police, les *Inspectors of nuisances*, les inspecteurs des marchés, sont chargés de faire la visite, de provoquer les expertises, de commencer les poursuites. Quand l'un de ces fonctionnaires a acheté, pour l'expertise, une denrée suspecte, il est fait de celle-ci trois parts, que l'on enferme sous scellés. Une part est laissée au vendeur, une seconde est envoyée au chimiste-expert, la troisième est réservée pour le cas où il y aurait pourvoi et renvoi en deuxième instance. Dans cette éventualité, une contre-analyse est faite à Somerset-House par les chimistes de l'Administration des finances.

Résumé de la législation sanitaire anglaise. — I. *Exercice de la médecine et de la pharmacie*. — Medical Act 1850. — Pharmacy act 1868.

II. *Denrées alimentaires et boissons*. — Adulteration of food acts 1860, 1872, 1874, — Sale of food and drugs act 1875. — Licensing act 1872.

III. *Industrie*. — De nombreux « Factory acts » ; Factory extension acts 1864, 1867 ; Factory and workshops act 1870 ; Factory act 1874 (*travail des femmes et des*

enfants); Workshops regulation act 1867; Coal mines regulation act 1872; Alkali-works regulation act 1863; Alkali nuisances prevention act 1874; Bakehouse regulation act 1863; Gasworks clauses act 1874, 1871; Steam whistles act 1872; Petroleum act 1871. — Factory and Workshops Act, 1878.

IV. *Habitations et localités.* — Common lodging houses acts 1851, 1853, 1860. Labouring classes dwellings houses acts 1851, 1866, 1867. Artizans and labourers dwellings acts 1868, 1875. Nuisances removal and diseases prevention act 1848, 1849, 1860. Nuisances removal act 1855. Sanitary act 1866, 1868. Towns improvement clauses act 1847. Waterworks clauses act 1847, 1863, et Gas-and Waterworks facilities act 1870. — Cemeteries clauses act 1847. — Public Parks acts 1858, 1860, 1871. — Bath and Washhouses act 1853. — Sewage utilization acts 1865, 1867. — Sanitary law amendment act 1874.

V. *Cours d'eau.* — Rivers pollution Act 1876. Rivers conservancy Acts (nombreux, d'intérêt local).

VI. *Maladies contagieuses.* — Contagious diseases Acts 1864, 1866, 1869, abrogés. Diseases prevention act 1855. Vaccination acts 1867, 1871. — Act to repeal the several laws relating to quarantine 1825. — Une foule de Local Acts pour la déclaration des maladies contagieuses.

VII. *Protection des enfants.* — Infant life protection act 1872.

VIII. *Organisation sanitaire.* — Public health act 1848. Local government act 1858. Public health act 1872. — Public health act 1875, le nouveau Code sanitaire.

IX. *Lois diverses touchant à l'hygiène publique.* — Sanitary loans act 1869. — Towns police act 1847. — Markets and fairs clauses act 1847. — Merchant shipping acts 1854, 1862, 1867, 1876. — Passengers act 1855. — Naval act. — Prisons acts 1845, 1865. — Registration acts 1836, 1874.

X. *Epizooties.* — Acte contre les maladies contagieuses du bétail, 1878.

Rappelons qu'après comme avant la loi de 1875 un certain nombre de prescriptions légales ne sont que facultatives. Tantôt la loi nouvelle a fixé un chiffre d'habitants au-dessous duquel telle ou telle loi n'est pas obligatoire pour les villes; tantôt elle a laissé les conseils sanitaires locaux libres de s'en servir ou de s'en passer.

Belgique. — Les lois françaises de la République et de l'Empire ont eu, naturellement, et gardent encore la plus grande influence sur l'administration belge. Celle-ci a surtout mis à profit les dispositions de la loi du 24 août 1790 sur les pouvoirs municipaux. Pour bien dire, toute la pratique de l'hygiène publique en Belgique est là.

Trois ans après la création du royaume du Pays-Bas, la loi du 12 mars 1818, sans déroger aux dispositions antérieures, institua dans le ressort de chaque province des *Commissions médicales*, chargées de surveiller tout ce qui intéresse la santé des habitants : art de guérir, débit des médicaments, police médicale, maladies endémiques et épidémiques, épizooties, vaccine, établissements insalubres ou dangereux, cimetières, eaux alimentaires, halles et abattoirs, secours aux indigents. Dans les villes suffisamment importantes, des commissions médicales locales furent adjointes et subordonnées aux commissions provinciales.

Les maisons d'aliénés, les dépôts de mendicité, les prisons, casernes, arsenaux, sont surveillés par des comités spéciaux, émanant du gouvernement.

Les commissions provinciales sont les intermédiaires entre les communes et le ministère de l'intérieur. Mais, en Belgique, les conseils communaux ont su à la fois se passer de l'action des commissions provinciales, en pourvoyant eux-mêmes à l'hygiène de leur groupe, et de celle du ministère de l'intérieur, en n'introdui-

sant dans leur budget que les dépenses relatives aux améliorations qu'eux-mêmes décidaient. Le ministre Rogier chercha à parer aux dangers que peut avoir ce système par ses arrêtés du 12 décembre 1848, qui créaient des *Comités locaux de salubrité*, et du 15 mai 1849, instituant le *Conseil supérieur d'hygiène* du royaume. Les comités locaux, composés de médecins, de chimistes ou pharmaciens et d'autres personnes compétentes, avaient pour but de transmettre l'action gouvernementale aux communes : le rôle du conseil supérieur était de reporter au gouvernement, en sens inverse, l'expression des besoins sanitaires de chaque localité. D'autre part, de 1850 à 1861, de louables tentatives étaient faites par le ministère, en vue d'établir une statistique démographique satisfaisante dans tout le pays.

Néanmoins, cette organisation et cette hiérarchie, évidemment bonnes en elles-mêmes, sont restées à peu près stériles; le peuple belge a continué à faire ses affaires sans l'intervention gouvernementale et paraît disposé à ne pas changer de sitôt. Par bonheur, très généralement jusqu'aujourd'hui, les autorités communales se sont montrées très désireuses d'entrer dans le progrès que les études modernes d'hygiène offrent à qui veut le voir. L'action gouvernementale, au point de vue de la généralisation, est suppléée pour le moment par celle de la *Société de médecine publique* de Belgique, qui, n'ayant d'attaches officielles que l'autorisation royale et une subvention pécuniaire, s'est partagé le royaume, a des délégués en province, des affiliés partout, est en relations avec les administrations communales, et fait réellement l'office d'un bureau central d'hygiène.

Bureau d'hygiène de Bruxelles. — Cette remarquable création, qui date de 1874 et a servi de modèle à quelques autres, est une émanation de l'autorité sanitaire locale, la Commission médicale de Bruxelles; il lui emprunte son action et s'appuie sur les pouvoirs que lui a conférés la loi de 1848. On sait qu'il est né de l'initiative de Janssens.

Ses principales attributions sont : la constatation de l'état sanitaire de la ville ; la rédaction des rapports et tableaux statistiques qui en relèvent; — le service médical de l'état civil (constatation des naissances et des décès) ; l'inspection hygiénique et médicale hebdomadaire des écoles publiques; la surveillance de la salubrité des rues et des habitations; la propagation de la vaccine (qui n'est pas obligatoire en Belgique); la désinfection et autres mesures réglementaires relatives aux épidémies; les informations relatives à la police des établissements insalubres ; le service de santé du personnel de la police ; les visites sanitaires des prostituées; la surveillance de l'exécution des mesures de salubrité prescrites par l'autorité locale sur l'avis de la commission médicale (Th. Belval).

Son personnel comprend : le directeur, 5 médecins divisionnaires, 5 assistants, 2 médecins du dispensaire (prostituées).

Résumé de la législation sanitaire belge. — Loi du 1er juillet 1858 sur l'assainissement des habitations et des quartiers insalubres. — Loi du 1er février 1844 sur les constructions des maisons et des rues dans les villes de plus de 2,000 habitants. — Lois de 1849, 1850, 1853, sur les industries dangereuses (trois classes comme en France). — Lois de 1829 et de 1856 sur la police alimentaire. Articles 454 à 503 du Code pénal (reproduits ci-après). — Loi du 18 juillet 1831 sur la prophylaxie des épidémies. — Loi du 10 mai 1851 sur les mesures à prendre contre les épizooties (vétérinaires nommés par l'État) — Loi de février 1866 contre la peste bovine.

Code pénal, 9 juin 1867. — La législation s'est efforcée de distinguer la simple falsification des denrées alimentaires de la falsification par des substances nuisibles ou dangereuses pour la vie des consommateurs.

Art. 454. — Celui qui aura mêlé ou fait mêler, soit à des comestibles ou des boissons, soit à des substances ou denrées alimentaires quelconques, destinés à être vendus ou débités, des matières qui sont de nature à donner la mort ou à altérer gravement la santé, sera puni d'un emprisonnement de six mois à cinq ans et d'une amende de deux cents francs à deux mille francs.

Art. 455. — Sera puni des peines portées à l'article précédent :

Celui qui vendra, débitera ou exposera en vente des comestibles, boissons, substances ou denrées alimentaires quelconques, sachant qu'ils contiennent des matières de nature à donner la mort ou à altérer gravement la santé;

Celui qui aura vendu ou procuré ces matières, sachant qu'elles devaient servir à falsifier des substances ou denrées alimentaires.

Art. 456. — Sera puni d'un emprisonnement de trois mois à trois ans, et d'une amende de cent francs à mille francs, celui qui aura dans son magasin, sa boutique ou tout autre lieu, des comestibles, boissons, denrées ou substances alimentaires, destinés à être vendus ou débités, sachant qu'ils contiennent des matières de nature à donner la mort ou à altérer gravement la santé.

Art. 457. — Les comestibles, boissons, denrées ou substances alimentaires mélangés seront saisis, confisqués et mis hors d'usage.

La patente du coupable lui sera retirée; il ne pourra en obtenir une autre pendant la durée de son emprisonnement. Il pourra de plus être condamné à l'interdiction, conformément à l'article 33. Le tribunal ordonnera que le jugement soit affiché dans le lieu qu'il désignera, et inséré en entier ou par extrait dans les journaux qu'il indiquera ; le tout aux frais du condamné.

Art. 500. — Seront punis d'un emprisonnement de huit jours à un an, et d'une amende de cinquante francs à mille francs, ou d'une de ces peines seulement :

Ceux qui auront falsifié ou fait falsifier des denrées ou boissons propres à l'alimentation, et destinées à être vendues ou débitées ;

Ceux qui auront vendu, débité ou exposé en vente ces objets, sachant qu'ils étaient falsifiés;

Ceux qui, par affiches ou par avis, imprimés ou non, auront méchamment ou frauduleusement propagé ou révélé des procédés de falsification de ces mêmes objets.

Art. 501. — Sera puni d'un emprisonnement de huit jours à six mois et d'une amende de vingt-cinq francs à cinq cents francs ou d'une de ces deux peines seulement, celui chez lequel seront trouvées des denrées ou boissons propres à l'alimentation et destinées à être vendues ou débitées, et qui sait qu'elles sont falsifiées.

Art. 502. — Dans les cas prévus par les deux articles précédents, le tribunal pourra ordonner que le jugement soit affiché dans les lieux qu'il désignera et inséré en entier ou par extrait dans les journaux qu'il indiquera ; le tout aux frais du condamné.

Si le coupable est condamné à un emprisonnement d'au moins six mois, la patente lui sera retirée, et il ne pourra en obtenir une autre pendant la durée de sa peine.

Art. 503. — Les denrées alimentaires ou boissons falsifiées trouvées en la possession du coupable seront saisies et confisquées.

Si elles peuvent servir à un usage alimentaire, elles seront mises à la disposition de la commune où le délit aura été commis, avec charge de le remettre aux hospices ou au bureau de bienfaisance, selon les besoins de ces établissements; dans le cas contraire, les objets saisis seront mis hors d'usage.

Allemagne. — Sauf l'organisme central et commun, de création récente, dont il va être parlé, les États de l'empire ont chacun leur organisation sanitaire propre.

En Alsace et en Lorraine, l'administration a tiré bon parti des institutions françaises qu'elle a trouvées toutes faites, conseils départementaux et d'arrondissements, en les adaptant toutefois aux instincts allemands de gouvernement personnel. C'est le Président supérieur qui est le chef sanitaire ; il a près de lui un conseiller médical, chargé des rapports et pourvu

du droit d'initiative. Des conseillers médicaux de canton remplissent, près de l'administration cantonale, le même rôle que le conseil du président supérieur; ils font partie des Conseils d'hygiène d'arrondissement et assistent aux réunions de ceux-ci. A chaque président de cercle est attaché un médecin de cercle (*Kreisarzt*), qui est le fonctionnaire sanitaire. Ce médecin appartient de droit au Conseil d'hygiène de l'arrondissement et habituellement en est le secrétaire. Ces conseils d'arrondissement sont purement consultatifs. Les médecins cantonaux, que la conquête allemande trouva en plein fonctionnement en Alsace, ont été conservés; ils sont chargés des soins des pauvres et de la vaccination.

L'organisation de l'hygiène publique a donc le caractère médical; mais elle subit l'énergique centralisation administrative que l'Allemagne a imposée à toutes les affaires du pays conquis.

En Prusse, la situation est bien plus accentuée; il y a là, dit Uffelmann, une organisation de police sanitaire, mais non d'hygiène publique. La Prusse possède un *Ministère des cultes et des affaires médicales*, celles-ci formant, nécessairement, une division distincte. Le ministre est le chef sanitaire suprême; la « délégation scientifique pour la médecine » et la « commission technique pharmaceutique » lui servent de comité consultatif. Dans chaque province, la direction médicale et sanitaire appartient au président supérieur, assisté du *Collège médical provincial*, composé d'au moins cinq membres dont un pharmacien et un vétérinaire. Ce collège est purement consultatif et ne participe en rien à l'administration sanitaire. Au-dessous du président supérieur, la police médicale et sanitaire est aux mains des gouverneurs provinciaux, dont chacun a un conseiller médical. Au-dessous de ceux-ci, le *Landrath* jouit des mêmes pouvoirs pour l'arrondissement, avec la collaboration toujours consultative d'un médecin d'arrondissement (*Kreisphysicus*), armé du droit d'initiative dans les cas très pressants seulement. L'exécution des mesures d'hygiène publique rentre dans les attributions de la police locale.

Il existe bien une ordonnance de 1835 qui prescrit, dans les villes de plus de 5,000 habitants, la création d'une *Commission de santé*, à laquelle serait attribué le pouvoir exécutif en même temps que le conseil. Mais, dans beaucoup d'endroits, cette commission n'a jamais été installée; dans ceux où elle existe, son action est à peu près nulle.

En Bavière, l'hygiène publique est rattachée au ministère de l'Intérieur et représentée par le Comité médical supérieur, dans lequel siègent les *Medicinalreferenten* permanents, un nombre indéterminé de membres nommés par le roi, des délégués des « chambres médicales », et un délégué de chacune des trois Universités du royaume, si elles veulent en envoyer. Ce comité est consultatif, mais a aussi le droit d'initiative. Dans les provinces, les « comités médicaux du cercle » et les conseils médicaux ne sont que consultatifs. Près des administrations cantonales sont des médecins cantonaux (*Bezirksärzte*) de première classe; à chaque justice de paix se rattache un médecin cantonal de deuxième classe. Les *Bezirksärzte* visitent les officines de pharmacie, les hôpitaux, surveillent les sages-femmes,

les personnels d'infirmiers, les vérificateurs des décès, la vaccination ; ils sont de droit membres du conseil des secours aux pauvres, et appelés comme experts dans tous les cas qui touchent à la police médicale et à l'hygiène publique. Ils ont donc un rôle judiciaire. On retrouve cette institution, avec quelques variantes, en d'autres États allemands, en Suisse et en Autriche.

Les Chambres médicales, instituées dans les districts par l'ordonnance du 10 août 1871 et formant entre elles une union par les délégués de chacune d'elles, ont été admises à prendre une part importante à l'administration sanitaire de la Bavière.

Office sanitaire impérial allemand. — Cette création est, dit-on, le résultat de pétitions adressées au Reichstag qui, dans ses délibérations du 6 avril 1870 et du 26 novembre 1871, décida de réclamer du chancelier de l'Empire un projet de loi sur l'administration de l'hygiène publique dans l'État allemand. La création d'un Office sanitaire impérial fut également demandée dans la séance du 14 mars 1874 et décidée le 28 novembre 1875. Les fonds furent votés pour 1876, et le premier rapport du *Reichsgesundheitsamt* parut au commencement de 1877. Ce grand Conseil supérieur de la médecine publique (rapport de Wurtz) est chargé à la fois de contribuer à l'avancement de la science par des recherches originales et, d'autre part, de préparer, de réaliser l'application pratique, dans le domaine de la législation médicale et vétérinaire, des données acquises à la science. Dans les attributions de ce conseil rentrent : la surveillance de la vaccination, les mesures à prendre contre la vente abusive ou frauduleuse des médicaments secrets, la révision des programmes d'études dans tous les pays de l'empire pour les *examens d'État*, c'est-à-dire pour les examens professionnels de médecine ; la préparation des lois pour la protection de l'enfance et des aliénés, sur les épidémies, les épizooties, les falsifications des aliments, etc. Il est composé de cinq membres : un directeur, un membre spécialement chargé de la statistique, un médecin hygiéniste, un médecin vétérinaire, un chimiste, directeur du laboratoire. Il y a, en outre, dix membres extraordinaires : deux fonctionnaires de l'ordre administratif, deux médecins hygiénistes, un médecin épidémiste, un médecin aliéniste, deux chimistes, un architecte, un pharmacien, divers commis, etc.

Les locaux sont vastes et agréables. Le budget de l'office est d'environ 160,000 francs. On n'y reçoit plus, comme au début, les travailleurs libres. L'office publie chaque année les *Arbeiten aus d. k. Gesundheitsamte*, sans préjudice d'une publication hebdomadaire.

Résumé de la législation sanitaire allemande. — Loi du 21 juin 1869 (*Gewerbeordnung*), primitivement exécutive dans la confédération de l'Allemagne du Nord, aujourd'hui valable dans tout l'Empire : sur les professions de médecin, de pharmacien, de sage-femme, la vente des poisons et substances vénéneuses, la création des *établissements industriels*, le *travail des enfants* dans les manufactures. — Loi sur la *vaccination*, du 8 avril 1874 ; — Lois du 6 juin 1870 et 8 mars 1871, sur l'assistance des pauvres (créant des unions communales et territoriales d'assistance). — *Code pénal impérial :* § 324, contre la souillure et l'empoisonnement des puits ou réservoirs d'eau de boisson ; § 367, peines prévues pour les cas de recel ou de vente d'aliments ou de boissons falsifiés ou corrompus, de viandes trichinées ; § 366, peines portées contre quiconque contreviendra aux ordonnances de police concernant la sûreté, la commodité, la propreté et la tranquillité des voies publiques, rues et places ; § 327, peines contre quiconque enfreint les prescriptions de

police relatives à la propagation des maladies contagieuses. — Lois du 7 septembre 1869, du 25 février 1876, et instruction du 9 juin 1873, sur les mesures à prendre contre la peste bovine. — Loi du 14 mai 1879, sur le trafic des *denrées alimentaires*, condiments et objets usuels.

Voici les principaux articles de cette dernière :

§ 1. — Le trafic des denrées alimentaires et condimenteuses ainsi que des jouets, tapisseries, couleurs, de la vaisselle, de la gobletterie, des ustensiles de cuisine et du pétrole est soumis à la surveillance dans la mesure de cette loi ;

§ 2. — Les employés de la police sanitaire sont autorisés à pénétrer, aux heures ordinaires de vente ou pendant que les magasins sont ouverts à la vente, dans les locaux où sont déposés les objets spécifiés au § 1.

Ils sont autorisés à prélever, contre récépissé, pour être soumis à l'expertise, des échantillons des objets signalés au § 1, qu'ils trouvent dans les locaux désignés, ou qui sont vendus ou mis en vente dans les lieux publics, places, rues et leurs abords. Il est laissé au propriétaire, sur sa demande, une partie de l'échantillon, enfermée et scellée par l'Administration. L'échantillon prélevé est payé au prix courant.

§ 4. — Les employés de la police sanitaire, dans le sens de la loi, sont les fonctionnaires sanitaires médicaux, aussi bien que les employés destinés à cet effet par les hautes autorités administratives. L'autorité centrale de l'État confédéré déterminera, dans la mesure du droit local, les autorités qui devront exercer cette action administrative supérieure.

§ 9. — Sera puni de prison, jusqu'à six mois, et d'amende jusqu'à 1,500 marcs, ou de l'une de ces deux peines :

1° Celui qui, dans le but de tromper dans la vente et le commerce, contrefait des denrées alimentaires ou condiments, ou les falsifie de telle sorte que, par l'addition ou la soustraction de substances quelconques, il les détériore ou les pourvoit de l'apparence de propriétés meilleures, contrairement aux usages reçus dans le commerce ;

2° Celui qui, sciemment, vend sans prévenir de leur altération ou tient en dépôt sous un faux signalement des denrées alimentaires ou condimentaires gâtées ou détériorées ou falsifiées dans le sens du 1°.

§ 11. — Sera puni de prison et éventuellement de la perte des droits civiques :

1° Celui qui, intentionnellement, prépare des objets qui doivent servir à d'autres d'aliments ou de condiments de telle sorte que l'usage de ces objets puisse nuire à la santé, ainsi que celui qui, sciemment, vend, tient en magasin ou met dans le commerce à un titre quelconque, comme aliments ou condiments, des objets dont l'usage est capable de nuire à la santé ;

2° Celui qui, intentionnellement, prépare des objets vestimentaires, des jouets, des tapisseries, de la vaisselle, de la gobletterie, des ustensiles de cuisine ou du pétrole, dans des conditions telles que la façon déterminée ou à prévoir de se servir de ces objets soit capable de nuire à la santé ; de même, celui qui vend, détient en magasin ou met dans le commerce de pareils objets.

§ 12. — Si, dans les cas du § 11, la consommation ou l'usage de l'objet est capable de ruiner la santé et que cette propriété ait été connue du fabricant, il peut être puni de détention (*Zuchthaus*) jusqu'à dix ans ; s'il y a eu mort d'homme, la détention ne sera pas au-dessous de dix ans et peut être perpétuelle.

§ 17. — Lorsque le lieu de l'action possédera un établissement public pour l'examen technique des objets d'alimentation et de consommation, les amendes prononcées en vertu de la présente loi seront, en tant qu'elles appartiendront à l'État, versées à la caisse à laquelle incombent les frais d'entretien de l'établissement.

Lois d'empire du 25 juin 1887 concernant le trafic des objets contenant du *plomb* ou du *zinc ;* — du 5 juillet 1887 sur l'emploi de *couleurs nuisibles* à la santé dans la préparation des aliments, des condiments, ou dans la fabrication d'ustensiles ; — du 12 juillet 1887 sur le trafic des *substances destinées à remplacer le beurre* (sans préjudice des lois particulières aux États ni des ordonnances de police spéciales à Berlin, Dresde, Munich, etc.

Autriche. — L'organisation de l'hygiène publique en Autriche repose sur la loi du 30 avril 1870, qui a inauguré le système actuel, comme il suit :

L'administration sanitaire se confond avec l'administration politique, est entre les mains des mêmes autorités et suit les divisions administratives territoriales. Seulement, à l'autorité de chaque degré est attaché un conseil et un ou plusieurs agents médicaux du degré correspondant. Près du ministre, directeur suprême de la santé publique, se trouvent le *Conseil supérieur de santé*, composé de six membres, consultatif, et le « Référent » pour les affaires sanitaires. Un conseil de santé provincial (*Landessanitätsrath*) aide de ses avis le « *Landeschef* », directeur politique de l'hygiène dans le gouvernement territorial et, de même que précédemment, la surveillance réelle et l'exécution ont lieu par l'organe d'un référent régional (*Landessanitätsreferent*), auquel le gouverneur (*Landeschef*) peut adjoindre un vétérinaire régional (*Landesthierarzt*) pour les affaires de cet ordre. Enfin, à côté du fonctionnaire administratif cantonal (*Bezirkshauptmann*), est institué un médecin de canton (*Landesfürstlicher Bezirksarzt*), expert légal, surveillant immédiat et efficace de tout ce service et le réel agent sanitaire.

Italie. — L'organisation sanitaire italienne actuelle a été inaugurée par la loi du 20 mars 1865 qui, à une division administrative analogue à celle de la Belgique, adapta à peu près le mécanisme de l'hygiène publique en France. Cette loi créait le Conseil supérieur de santé (*Consiglio superiore di sanita*), composé de six membres ordinaires, six membres extraordinaires, et présidé par le procureur général d'État de la capitale. Le président de l'Institut central de vaccination y était adjoint pour les affaires de sa compétence. Une nouvelle loi, du 24 décembre 1870, y fit entrer un médecin de l'armée et un médecin de la marine, choisis dans les grades les plus élevés, en réunissant entre les mains du ministre de l'intérieur la haute direction de l'hygiène publique et des services sanitaires spéciaux. Parmi les membres ordinaires, il doit y avoir trois médecins ou professeurs de médecine, dont l'un enseigne la pharmacie ; parmi les membres extraordinaires, il doit y avoir un professeur des Écoles vétérinaires. Les membres du conseil sont nommés par le roi, pour trois ans. Le sécrétaire est un fonctionnaire médical du ministère de l'intérieur ; il n'a pas voix au conseil.

Les objets qui relèvent de l'examen du conseil supérieur de santé sont : les précautions à prendre contre l'éclosion et la propagation des épidémies ; — les projets d'amélioration de l'hygiène des ouvriers de l'industrie et de l'agriculture ; — la vaccine ; — l'exercice de la médecine et de la pharmacie ; — les établissements sanitaires ; — les constructions et industries insalubres ; — la culture du riz ; — les routoirs de chanvre et de lin ; — les grands travaux d'utilité publique, au point de vue de l'hygiène ; — les quarantaines ; les pratiques municipales d'hygiène publique ; — toute autre question sur laquelle le ministre peut le consulter ou qu'il soumet lui-même au ministre, en vertu du droit d'initiative que lui reconnaît la loi. Il fait un rapport annuel au ministre et celui-ci doit en présenter un au roi tous les trois ans.

Dans les provinces, le préfet a la haute direction des affaires sanitaires de son

territoire, comme le Ministre a celle de l'hygiène de tout le pays. Il a près de lui le conseil sanitaire provincial (*consiglio provinciale*), dont il est président. Le vice-président est le procureur d'État de la Cour provinciale. Ce conseil comporte six membres ordinaires, parmi lesquels deux médecins, un pharmacien, un vétérinaire et quatre membres extraordinaires. Ses attributions sont : de donner au préfet les avis qu'il demande sur le personnel médical et les matières disciplinaires ; — de prononcer sur la validité du diplôme des médecins en exercice ; — de réunir les travaux des conseils secondaires de la province et de les renvoyer au préfet ; — de répondre au préfet sur toutes les questions sur lesquelles il est consulté. Il a également le droit d'initiative et peut être convoqué par son vice-président.

De même, près des sous-préfets existent des conseils d'hygiène d'arrondissement (*Consigli sanitari di circondario e di distretto*), ayant également le droit d'initiative.

Enfin dans la commune, le maire (*sindaco*) a la direction de l'hygiène municipale, assisté d'une commission (*Commissione municipali di sanità*), dont le médecin des pauvres, le *medico condotto*, fait partie de droit. Le maire fait exécuter les règlements d'hygiène publique et prend les mesures urgentes. Chaque trimestre, il envoie un rapport statistique au sous-préfet sur l'état sanitaire de sa commune. A Turin, l'administration municipale a réalisé, depuis 1856, l'utile organisme d'un bureau d'hygiène.

L'ensemble de la législation sanitaire italienne a été codifié par les soins d'une commission nommée en 1866 qui présenta, en 1873, un *Codice sanitario* en 15 titres. Le document ne parut que devant le Sénat, qui l'approuva, et ne put être soumis à la Chambre des députés parce que l'on était à la fin de la session ; mais un décret royal du 6 septembre 1874 lui a donné force de loi.

Les articles 94, 95, 96 de ce règlement ont trait à l'exercice de la médecine et de la chirurgie ; 97 à 112, à la pharmacie ; 113 à 118, aux chirurgiens d'ordre inférieur qui ont un brevet d'aptitude d'une des Universités italiennes ; 116 à 117, aux sages-femmes. — Le chapitre III, article 52 et 55, donne aux maires la surveillance des denrées alimentaires. — Le chapitre I, article 44-47, leur confie la garde de l'hygiène publique vis-à-vis des habitations collectives ou particulières. — Les épidémies sont l'objet de mesures prévues au titre IV, chapitre XI, articles 82 et suivants. Les épizooties sont envisagées au chapitre V, articles 124 et suivants. Ce sont encore les maires et les commissions municipales qui ont le devoir de rechercher les causes et le caractère des épidémies ; ils informent le préfet qui, après avoir entendu le conseil provincial, délègue un des membres de celui-ci pour aller étudier et combattre la maladie sur les lieux. Un membre de la commission municipale doit se mettre à la disposition du délégué et le maire, exécuter ses prescriptions, sous réserve d'un rapport au préfet, qui tient au courant le conseil sanitaire et, s'il en est besoin, le ministre.

Hollande. — L'organisation sanitaire de ce pays remonte à la loi du 1er mars 1865, qui a été suivie de quelques autres lois spéciales : 10 avril 1869, loi sur les inhumations ; — 20 juillet 1870, une très remarquable loi sur la police vétérinaire ; — 4 décembre 1872, loi sur les maladies contagieuses.

La direction sanitaire incombe au ministre de l'intérieur. Ce qui frappe, dans ce système, c'est l'absence du conseil central ; il y a seulement, près du ministre, un *Référent*. Sous les ordres du ministre, des médecins inspecteurs, avec un personnel nombreux d'inspecteurs-adjoints et d'assistants, font exécuter les règlements d'hygiène dans les provinces. Ces médecins, nommés par le ministre, sont fonctionnaires publics et ne pratiquent point. Pour chaque médecin-inspecteur, il y a un conseil sanitaire provin-

cial, composé de six à dix médecins, deux à six pharmaciens, un juriste, des inspecteurs-adjoints et de l'inspecteur lui-même, qui en est le président.

Suisse. — L'organisation sanitaire en Suisse, comme aux États-Unis, reproduit l'indépendance relative dont jouit chaque État de la Confédération vis-à-vis du pouvoir central. Le gouvernement fédéral (loi du 29 mai 1874) s'est borné à poser les principes de la législation sanitaire industrielle et à exercer le contrôle suprême sur l'exécution des règlements relatifs à cette branche. Il lui appartient encore de légiférer contre les épidémies et épizooties d'un danger général.

Pour le reste, chaque canton s'administre comme il l'entend. Hâtons-nous de dire que la plupart ont sérieusement accepté les devoirs qui leur incombent en matière d'hygiène publique et se sont donné une organisation remarquable de tous points. Ainsi : Bâle, Genève, Zurich, Saint-Gall.

Bâle. — Le canton de Bâle-ville est régi par la loi du 19 janvier 1864, qui a subordonné au « *petit conseil* » un « *collège de santé* », composé de sept membres ordinaires et d'un secrétaire, avec mission de surveiller le personnel affecté à l'art de guérir, les établissements consacrés au traitement des malades, l'exercice de la médecine légale, la police sanitaire et l'éloignement des causes d'insalubrité. Au-dessous du collège de santé fonctionnent :

Le *Comité de santé* (constructions, causes d'insalubrité, surveillance du trafic dans les marchés) ; — Le *collège médical* (examen de l'aptitude des praticiens ; les Facultés de médecine de Zurich, Bâle, Berne, y suffisent aujourd'hui) ; — Le comité des médecins légistes (*Wundschau*), composé du « *Physicus* », président et délégué du collège de santé, et de trois médecins de Bâle, chargés uniquement de la médecine légale ; — L'employé des marchés ; — Le *Physicus ;* — Le chimiste public ; — Le vétérinaire du canton ; — L'administration de l'abattoir et les inspecteurs de la boucherie ; — Le commissaire de santé.

Zurich. — La loi du 4 octobre 1876 a placé sous le contrôle de l'État et des communes : le trafic des denrées alimentaires et boissons ; l'eau de boisson ; les rues, eaux courantes, canaux d'égout ; les habitations et les latrines ; les établissements publics, écoles, prisons, etc. ; les abattoirs, les ateliers ; la vente des médicaments, poisons, remèdes secrets ; l'assistance publique des malades et des enfants ; la prophylaxie des maladies et épidémies ; le repos de la nuit et du dimanche.

Le Conseil de gouvernement (*Regierungsrath*), prend, à ces divers égards, les dispositions nécessaires, si elles ne sont pas déjà en vigueur (lois de 1854 et 1857). Sous son contrôle, l'administration de l'hygiène publique dans les communes appartient aux autorités sanitaires locales ; dans le canton (*Bezirk*) et en deuxième instance, aux fonctionnaires gouverneurs (*Statthalterämter*), près de qui sont institués des médecins (*Bezirkärzte*) et des vétérinaires (*Berzirksthierärzte*) cantonaux. Pour tout le canton et en dernière instance, elle appartient à une « direction sanitaire » (*Sanitätsdirection*), assistée d'un conseil de santé. Celle-ci recueille les rapports des autorités d'hygiène locales et fait faire, quand elle le juge convenable, des inspections dans les communes.

Les communes peuvent décider si le conseil municipal gardera l'autorité sanitaire, ou s'il la confiera à un comité émané de lui, ou s'il nommera une commission spéciale d'hygiène. Dans ce dernier cas, les membres de la commission peuvent être élus par le conseil municipal ou par toute la commune ; la compétence de la

commission est déclarée par le conseil de gouvernement, sous réserve de l'approbation du conseil de canton (*Cantonrath*). Un des membres du conseil municipal la préside et devient le directeur de la santé publique. Des dispositions formelles sont prises pour que ses pouvoirs soient effectifs et que les délinquants soient punis.

États-Unis de Nord-Amérique. — On sait que chaque État de l'Union américaine a une vie politique propre, un gouverneur et une représentation nationale. Les États se subdivisent en *counties* (comtés) ; mais cette division se rapporte à la police et à la justice plus qu'à l'administration générale. En réalité, les communes se rattachent à peu près sans intermédiaire au gouvernement central et jouissent, par conséquent, d'une très grande indépendance, de la même façon que les États gardent leur individualité vis-à-vis du gouvernement fédéral. Cette situation n'est, évidemment, point favorable à une centralisation de l'administration sanitaire, soit de la part des autorités de l'État, soit entre les mains du gouvernement de Washington. Certaines circonstances ont pallié jusqu'aujourd'hui les dangers qui en résulteraient ailleurs. D'abord, la jeunesse des centres de population ; aucune ville de l'Union n'est âgée de plus de cent ans ; elle ne traîne pas avec elle les fautes et les souillures matérielles du passé ; la plupart de ces cités ont pu, d'emblée, réaliser un système moderne et hygiénique de constructions, de disposition des rues. Cet avantage ne résisterait cependant pas à l'extraordinaire développement que ces villes présentent; mais l'Américain est plein d'énergie et de résolution ; s'il y a une lutte gigantesque à entreprendre contre quelque fléau, il l'aborde sans hésiter. Les médecins du pays, d'ailleurs, ne se sont pas épargnés à l'étude et aux conseils. Dans chaque ville, ils se sont réunis en sociétés qui n'ont pas tardé à se mettre en rapport avec les sociétés des villes voisines et ont fini par former une Association médicale étendue à toute l'Union. Du même esprit d'initiative est sortie l'Association générale d'hygiène publique (*Association of public Health*), qui n'a pas autorité sur les administrations locales, mais dont les études, les décisions, les vœux, ont nécessairement une puissante influence sur les administrateurs, comme il arrive en Belgique et en France des avis de nos Sociétés de médecine publique.

. Dans un nombre d'États assez restreint, et que Bowditch, en 1875, estimait à huit sur les trente-six de l'Union, le gouvernement s'est donné un conseil d'hygiène (*State Board of health*), avec des attributions variables selon les points. Celui du Massachusetts, un des plus remarqués et des plus actifs, est composé de six membres, dont trois médecins et trois membres pris à d'autres spécialités. Il paraît que cet équlibre de l'élément médical par l'élément profane rassure particulièrement les populations, et que c'est par ce caractère mixte que le conseil a pu, çà et là, imposer des prescriptions d'hygiène à de grandes industries, toutes prêtes à s'abriter derrière les habitudes américaines d'indépendance privée.

Ailleurs, les grandes villes ont organisé pour leur propre compte le service de l'hygiène publique. Ainsi, New-York et son *Metropolitan Board of health*, qui, en vertu de la loi de 1866, était composé comme il suit : quatre commissaires, dont trois médecins, nommés par le gouverneur avec la sanction du Sénat ; le directeur sanitaire du port de New-York, et les quatre commissaires de police de la capitale. Les commissaires de santé (*Sanitary commissionners*) sont nommés pour quatre ans et reçoivent un traitement annuel de 2,500 dollars ; les autres membres, déjà salariés par l'État,

reçoivent en outre des émoluments proportionnés à leur participation aux travaux du conseil. Le conseil choisit son président et nomme, pour la surveillance de l'hygiène publique et l'exécution de ses décisions, un surintendant sanitaire (*Sanitary superintendent*), aux appointements de 5,000 dollars avec deux assistants (à 3,500 dollars chacun) et quinze inspecteurs (*District inspectors*), dont dix appartenant à la profession médicale. La loi de 1870, sans modifier essentiellement cette organisation, en a détaché les communes voisines de New-York, qui y étaient d'abord soumises, et a décidé que les commissaires seraient nommés par le maire (*Mayor*) de la ville, en réduisant à deux le nombre de ceux qui doivent être médecins.

Les attributions de ce nouveau conseil s'étendent à tous les objets de l'hygiène publique : éloignement des *nuisances* de toute sorte ; propreté des rues, constructions publiques, égouts ; prophylaxie des épidémies. Tous les ans, il publie les instructions et arrêtés qui lui paraissent utiles, n'étant limité que par l'obligation de ne rien faire de contraire aux lois existantes. Il existe une sorte de cahier des charges, qui fait connaître à chaque citoyen les obligations auxquelles il est soumis. Le conseil est tenu de présenter un rapport annuel au gouverneur. Quand une circonstance particulièrement urgente surgit, il peut s'adjoindre des inspecteurs nouveaux ; ce qui est arrivé dans le cas d'une violente explosion de variole : soixante médecins ont été chargés d'aller, de maison en maison, propager et distribuer la vaccine. Cette institution, toute municipale, ressemble beaucoup à ce que nous appelons un « bureau de santé ». C'est, en effet, sous ce nom que A.-J. Martin fait connaître l'autorité sanitaire locale de New-York, en notant aussi que la même organisation a été copiée par Boston, Philadelphie, Washington, Saint-Louis.

Au Massachusetts, une loi de 1875 limite à dix heures par jour le travail dans les manufactures (à 4 h. et 1/2 le samedi).

Depuis plusieurs années, on cherchait à créer un organe central de l'administration sanitaire, rattaché au gouvernement fédéral. Ce complément indispensable avait été donné à l'hygiène des États-Unis, le 3 mars 1879. Un Conseil national de santé (*National Board of health*), siégeant à Washington, devait prendre la direction suprême des services sanitaires, communiquer avec les Conseils locaux et d'États, utiliser tous les moyens d'instruction, de contrôle et d'action, s'adjoindre un corps d'*Analysts* et d'experts. Ce Comité s'était constitué et faisait paraître, depuis le 1er juillet 1879, son *National Board of health Bulletin* ; il avait fait promulguer, le 2 juin 1879, par le président de la République, une loi pour prévenir l'invasion des maladies épidémiques et contagieuses aux États-Unis et la Conférence internationale de Washington, en 1881, avait été due à son initiative. Malheureusement, en 1883, le ministre des finances remit au chef du service des hôpitaux de la marine les 100,000 dollars qui avaient été confiés jusque-là au Conseil, comme fonds de réserve en cas d'épidémie. Le Conseil sanitaire vit dans cet acte un affront et se dissocia.

Bibliographie. — Chadwick (Edvin). *Des attributions du ministre de la santé publique et des principes d'organisation et d'action administratives centrales et locales* (Congrès d'hygiène au Trocadéro en 1878. Comptes rendus, II, Paris, 1880). — Kuborn (Hyac.). *De l'organisation de l'hygiène publique en Belgique* (Ibid., II, p. 39. Paris, 1880). — Uffelmann (J.). *Italienische Gemeindeärzte und ihre Beziehungen zur öffentlichen Gesundheit-*

spflege (D. Vierteljahrs. f. öff. Gesdpflg., XII, p. 103, 1880). — VALLIN (Ém.). *Le régime sanitaire des États-Unis* (Rev. d'hyg., II, p. 353, 1880). — PACCHIOTTI. *Le nouveau bureau d'hygiène de Turin* (Ibid., p. 359). — MARTIN (A.-J.). *Essai d'organisation de la médecine publique en France* (Bull. Soc. de méd. publ., 23 juin 1880 et Ann. d'hyg., 1880, 3e série, t. IV). — ZUCCHI (Charles), CROCQ, VAN OVERBEEK DE MEIJER, DROUINEAU, PIETRA SANTA (Prosp. de). *Sur l'organisation de l'administration sanitaire dans les États* (Congrès internat. d'hyg. de Turin, 1880). — VIDAL (Ém.). *Des moyens légaux ou d'initiative privée à opposer à la falsification des denrées alimentaires* (Ibid., et Rev. d'hyg., II, p. 1040, 1880). — DUPUY (Edmond). *Manuel d'hygiène publique et industrielle.* Paris, 1881. — PABST (J.-A.). *Laboratoire municipal de chimie à Paris* (Rev. d'hyg., III, p. 363, 1881). — DU MESNIL. *Le laboratoire municipal de chimie de la ville de Paris* (Ann. d'hyg., 1881, t. V, p. 196). — SOUTO (L.-R. Vieira). *Organizaçao da Hygiene administrativa.* Rio de Janeiro, 1881. — *Les lois sanitaires en Serbie.* Belgrade, 1881. — ARMAINGAUD. *Sur les moyens de faire aboutir les projets d'organisation de la médecine publique* (Rev. d'hyg., III, février 1881). — MARTIN (A.-J.). *Rapport sur l'organisation de la médecine publique en France* (Rev. d'hyg., IV, p. 142, 1882). — DUNANT (L.). *Loi fédérale suisse concernant les épidémies* (Ibid., p. 299, 1882). — LIÉTARD (G.). *Projet d'organisation de l'assistance médicale et des services sanitaires dans le département des Vosges* (Ibid., IV, p. 369, 1882). — DROUINEAU (G.). *De l'organisation départementale de l'hygiène publique.* Paris, 1882. — HOGG (Douglas). *La médecine publique en Angleterre.* Paris, 1883. — MARTIN (A.-J.). *La déclaration médicale obligatoire des cas de choléra* (Gaz. hebdomad., p. 541, 1883). — DU MÊME. *L'administration sanitaire civile comparée* (Ibid., p. 638, 1883). — ALPHAND. *Projet d'organisation d'un service d'hygiène publique* (Ann. d'hyg. publ., XI, p. 493, 1884). — MARTIN (A.-J.). *Étude sur l'administration sanitaire civile à l'étranger et en France*, t. I. Paris, 1884. — DU MESNIL (O.). *Rapport général sur les travaux de la Commission des logements insalubres de la ville de Paris de* 1877 *à* 1883. Paris, 1884. — MARTIN (A.-J.). *Rapport et projet de loi sur la réorganisation des Conseils et Commissions d'hygiène et de salubrité, et sur la création d'un service d'inspection de l'hygiène publique et de la salubrité* (Rec. des trav. du Comité consult. d'hyg. publ., XIV, p. 71, 1885). — DU MÊME. *De la nature et de l'étendue des pouvoirs respectifs des maires et des municipalités, des préfets et du gouvernement en matière d'hygiène publique et de salubrité* Rev. d'hyg., VII, p. 218, 1885). — DU MÊME. *La réforme de l'administration sanitaire en France* (Ibid., VII, p. 541, 1886). — DU MÊME. *Projet de revision de la loi du* 13 *avril* 1850 (Rec. des trav. du Comité consult. d'hyg. publ., XV, p. 280, 1886). — MONOD (H.-C.). *Résultats, au point de vue de la mortalité, de l'organisation, en Italie, d'une administration sanitaire* (Rev. d'hyg., IX, p. 98, 1887). — HENROT (H.). *Projet d'organisation de l'hygiène publique en France.* Reims, 1887. — BEDOIN. *L'hygiène publique à Chambéry.* Chambéry, 1888.

FIN.

TABLE ALPHABÉTIQUE

C

D

E

N

O

P

Q

R

10129-87. — Corbeil, imprimerie Crété.

Corbeil. Imprimerie Crété.

HAMMOND. **Traité des maladies du système nerveux**, comprenant les maladies du cerveau, les maladies de la moelle et de ses enveloppes, les affections cérébro-spinales, les maladies du système nerveux périphérique et les maladies toxiques du système nerveux. 1 vol. gr. in-8 de XXIV-1300 p., avec 116 fig. Cart.................... 22 fr.

HARDY (A.). **Traité pratique des maladies de la peau**, par ALFRED HARDY, professeur à la Faculté de médecine de Paris. 1 vol. in-8 avec fig. Cart.............. 18 fr.

JOUSSET. **Éléments de médecine pratique.** *Deuxième édition.* 2 vol. in-8.. 15 fr.

KELSCH et KIENER. **Traité des maladies des pays chauds.** 1 vol. gr. in-8 de 900 p. avec 6 pl. chromolithographiées et 36 figures.......................... 24 fr.

LAVERAN et TEISSIER. **Nouveaux éléments de pathologie et de clinique médicales**, par A. LAVERAN, professeur à l'École du Val-de-Grâce, et J. TEISSIER, professeur à la Faculté de Lyon. *Troisième édition.* 2 vol. in-8 avec fig........... 20 fr.

LEYDEN (E.). **Traité clinique des maladies de la moelle épinière**, par E. LEYDEN, professeur à l'Université de Berlin. 1 vol. gr. in-8, 850 pages.............. 15 fr.

PERRET. **Clinique médicale** de l'Hôtel-Dieu de Lyon. 1 vol. in-8 de 504 p.... 8 fr.

PETER (Michel). **Traité clinique et pratique des maladies du cœur** et de la crosse de l'aorte. 1 vol. in-8 de 844 p. avec 54 fig. et 4 pl. chromolithograph... 18 fr.

RACLE. **Traité de diagnostic médical.** Guide clinique pour l'étude des signes caractéristiques des maladies. *Sixième édition*, par Ch. FERNET et I. STRAUSS. 1 vol. in-18 jésus de 900 pages avec 79 fig. Cartonné...................................... 8 fr.

RINDFLEISCH. **Eléments de pathologie.** 1 vol. in-8, 395 pages............. 6 fr.

SCHMITT (J.). **Microbes et maladies**, par le docteur J. SCHMITT, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Nancy. 1 vol. in-18 jésus de 296 pages avec figures. (*Bibliothèque scientifique contemporaine*)................................ 3 fr. 50

TROUSSEAU. **Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu de Paris.** *Septième édition*, publiée par les soins de M. PETER. 3 vol. in-8 avec portrait de TROUSSEAU....... 32 fr.

VALLEIX. **Guide du médecin praticien**, résumé général de pathologie interne et de thérapeutique appliquée. *Cinquième édition*, refondue par P. LORAIN, professeur à la Faculté de médecine. 5 vol. in-8 de 800 p., avec figures........................ 50 fr.

PATHOLOGIE ET CLINIQUE CHIRURGICALES, MÉDECINE OPÉRATOIRE

BERGERON. **Précis de petite chirurgie et de chirurgie d'urgence** 1 vol. in-18 jésus de 436 pages, avec 374 figures.. 5 fr.

BERNARD (Cl.) et HUETTE. **Précis iconographique de médecine opératoire et d'anatomie chirurgicale.** *Nouveau tirage.* 1 vol. in-18 jésus, 495 pages avec 113 pl., figures noires. Cartonné.. 24 fr.

LE MÊME, figures coloriées, cart.. 48 fr.

CHAUVEL. **Précis d'opérations de chirurgie**, par le docteur J. CHAUVEL, professeur de médecine opératoire à l'Ecole du Val-de-Grâce. *Deuxième édition.* 1 vol. in-18 jésus de 700 pages, avec 281 fig. dessinées par le docteur E. CHARVOT................ 7 fr.

CHRETIEN (H.). **Nouveaux éléments de médecine opératoire**, par H. CHRÉTIEN, professeur à la Faculté de Nancy. 1 vol. in-18 jésus, 528 pages avec 184 fig.... 6 fr.

CORRE. **La pratique de la chirurgie d'urgence.** 1 vol. in-18 avec 51 fig. 2 fr.

DECAYE. **Précis de thérapeutique chirurgicale**, par le docteur PAUL DECAYE. 1 vol. in-18 jésus de 500 pages.. 6 fr.

DESPRÉS. **La chirurgie journalière**, leçons de clinique chirurgicale, par A. DESPRÉS, chirurgien de la Charité. *Troisième édition.* 1 vol. in-8, 804 p. avec 45 fig. 12 fr.

Encyclopédie internationale de chirurgie publiée sous la direction du docteur ASHHURST. Ouvrage précédé d'une introduction par L. GOSSELIN, professeur de clinique chirurgicale à la Faculté de médecine de Paris. 7 vol. gr. in-8 de chacun 800 p. à 2 col., avec environ 3500 fig.. 122 fr. 50

Chaque volume se vend séparément.. 17 fr. 50

GALEZOWSKI (X.). **Traité des maladies des yeux**, par X. GALEZOWSKI, professeur à l'école pratique. *Troisième édition.* 1 vol. in-8 de 880 pages avec 397 figures.. 20 fr.

— **Traité iconographique d'ophthalmoscopie.** *Deuxième édition.* 1 vol. in-8 de 350 pages avec Atlas de 28 pl. chromolithographiées, cart..................... 35 fr.

GALEZOWSKI et DAGUENET. **Diagnostic et traitement des affections oculaires.** 1 vol. gr. in-8 de 900 pages, avec figures.............................. 18 fr.

GALEZOWSKI et KOPFF. **Hygiène de la vue.** 1 vol. in-16 de 350 pages avec 44 fig. (*Bibliothèque scientifique contemporaine*)................................ 3 fr. 50

GAUJOT et SPILLMANN. **Arsenal de la chirurgie contemporaine ;** description, mode d'emploi et appréciation des appareils et instruments en usage pour le diagnostic et le traitement des maladies chirurgicales, l'orthopédie, la prothèse, les opérations. 2 vol. in-8 de 800 p. chacun, avec 1855 figures.............................. 32 fr.

GELLÉ. **Précis des maladies de l'oreille**, 1 vol. in-18 jésus, 708 pages avec 157 figures... 9 fr.

GILLETTE. **Chirurgie journalière des hôpitaux de Paris**, répertoire de thérapeutique chirurgicale. 1 vol. in-8 de XVI-772 p. avec 662 figures, cart............ 12 fr.

— **Clinique chirurgicale des hôpitaux de Paris.** 1 vol. in-8, avec fig... 5 fr.

COFFRES. **Précis iconographique de bandages, pansements et appareils.** 1 vol. in-18 jésus, 496 pages, avec 81 planches, figures noires. Cartonné....... 18 fr.

— LE MÊME, figures coloriées, cartonné.. 36 fr.

GOSSELIN (L.). **Clinique chirurgicale de l'hôpital de la Charité**, par L. Gosselin, professeur à la Faculté de médecine. *Troisième édition*. 3 vol. in-8, avec fig. 36 fr.

GUYON (Félix). **Éléments de chirurgie clinique**, comprenant le diagnostic, les opérations en général, l'hygiène, le traitement des blessés et opérés, par le docteur Félix Guyon, professeur à la Faculté de médecine. 1 vol. in-8, avec 163 fig...... 12 fr.

— **Leçons cliniques sur les maladies des voies urinaires**. *Deuxième édition*. 1 vol. gr. in-8 de 100 pages avec 46 fig.......... 16 fr.

— **Leçons cliniques sur les affections chirurgicales de la vessie et de la prostate**. 1 vol. gr. in-8, de 1100 pages.......... 16 fr.

HAMILTON et POINSOT (G.). **Traité pratique des fractures et des luxations**. 1 vol. gr. in-8 de 1292 p. avec 514 fig.......... 24 fr.

HARRIS, AUSTEN et ANDRIEU. **Traité théorique et pratique de l'art du dentiste**. *Deuxième édition*. 1 vol. in-8 de 1100 p., avec 500 figures. Cartonné.... 20 fr.

JULLIEN (Louis). **Traité pratique des maladies vénériennes**. *Deuxième édition*. 1 vol. in-8, 1120 p., avec 127 figures. Cartonné.......... 20 fr.

LEBEC. **Précis de médecine opératoire**. Aide-mémoire de l'élève et du praticien, par E. Le Bec, prosecteur de l'amphithéâtre des hôpitaux. 1 vol. in-18 jésus, 600 pages avec 400 figures.......... 6 fr.

LEGOUEST. **Traité de chirurgie d'armée**, par L. Legouest, médecin-inspecteur de l'armée *Deuxième édition*. 1 vol. in-8 de 800 p. avec 149 fig.......... 14 fr.

MASSELON. **Précis d'ophthalmologie chirurgicale**, par le docteur Masselon, chef de clinique de M. de Wecker. 1 vol. in-18 jésus, avec 118 figures.......... 6 fr.

MAURIAC (Ch.). **Leçons sur les maladies vénériennes**, professées à l'hôpital du Midi. 1 vol. gr. in-8, 1072 p.......... 18 fr.

ROCHARD. **Histoire de la chirurgie française au XIXe siècle**. 1 vol. in-8 de XVI-800 pages.......... 12 fr.

SAINT-GERMAIN (L.-A. de). **Chirurgie orthopédique**. Thérapeutique des difformités congénitales ou acquises. 1 vol. gr. in-8 de 651 p. avec 129 figures.......... 9 fr.

THOMPSON (Henry). **Traité pratique des maladies des voies urinaires**. *Deuxième édition*. 1 vol. in-8 de 1000 p., avec 200 fig. Cart.......... 20 fr.

— **Leçons sur les tumeurs de la vessie et sur quelques points importants de la chirurgie des voies urinaires**, traduit par le docteur Robert Jamin. 1 volume grand in-8, avec figures.......... 4 fr. 50

VIDAL. **Traité de pathologie externe et de Médecine opératoire**, avec des résumés d'anatomie des tissus et des régions, par A. Vidal (de Cassis), professeur agrégé à la Faculté de médecine. *Cinquième édition*, par S. Fano. 5 vol. in-8, avec 761 fig. 40 fr.

ACCOUCHEMENTS, CLINIQUE OBSTÉTRICALE, MALADIES DES FEMMES ET DES ENFANTS

BOUCHUT. **Traité pratique des maladies des nouveau-nés, des enfants à la mamelle et de la seconde enfance**, par le docteur E. Bouchut, médecin de l'hôpital des Enfants-Malades. *Huitième édition*. 1 vol. in-8, XVI-1128 p., avec 179 fig..... 18 fr.

— **Hygiène de la première enfance**, guide des mères pour l'allaitement, le sevrage, le choix de la nourrice. *Huitième édition*. 1 vol. in-18 j. de VIII-523 p., avec 49 fig. 4 fr.

CHAILLY. **Traité pratique de l'art des accouchements**. *Sixième édition*. 1 vol. in-8 de XX-1036 p., avec 202 fig. et 1 pl.......... 10 fr.

CHARPENTIER. **Traité pratique de l'art des accouchements**, par le docteur A. Charpentier, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris. *Deuxième édition*. 2 vol. gr. in-8, ensemble 1600 pages, avec 752 fig. et 1 pl. chromolithographiée....... 30 fr.

CHURCHILL (Fleetwood) et LEBLOND (A.). **Traité pratique des maladies des femmes**, hors l'état de grossesse, pendant la grossesse et après l'accouchement. *Troisième édition*. 1 vol. grand in-8, XVI-1152 p., avec 365 fig.......... 18 fr.

DESPINE et PICOT. **Manuel pratique des maladies de l'enfance**. *Quatrième édition*. 1 vol. in-18 jésus, VIII-596 pages.......... 7 fr.

DONNÉ. **Conseils sur la manière d'élever les enfants nouveau-nés**. *Septième édition*. 1 vol. in-18. Cart. (*Bibl. des conn. utiles*).......... 4 fr.

EMMET. **La pratique des maladies des femmes**, par Th. A. Emmet, chirurgien de l'hôpital de New-York, ouvrage traduit et annoté par le docteur A. Olivier, avec une préface par le professeur U. Trelat. 1 vol. gr. in-8 de 860 pages avec 220 fig... 15 fr.

ENGELMANN. **La pratique des accouchements** chez les peuples primitifs. Étude d'anthropologie et d'obstétrique. Édition française. 1 vol. in-8 avec 83 figures... 7 fr.

EUSTACHE. **Manuel pratique des maladies des femmes**, médecine et chirurgie, par G. Eustache, professeur à la Faculté de Lille. 1 vol. in-18 jésus, 748 p..... 8 fr.

GALLARD. **Leçons cliniques sur la menstruation et ses troubles**. 1 vol. in-8 avec 37 figures.......... 6 fr.

GALLARD. **Leçons cliniques sur les maladies des ovaires.** 1 vol. in-8 avec 47 fig. 8 fr.

GALLOIS (E.). **Manuel de la sage-femme** et de l'élève sage-femme. 1 vol. in-18, 610 pages avec figures 6 fr.

HOLMES. **Thérapeutique des maladies chirurgicales des enfants,** par T. HOLMES, chirurgien de l'hôpital des Enfants. 1 vol. in-8, 917 p., avec 330 fig. 15 fr.

NAEGELE. **Traité pratique de l'art des accouchements,** par H.-F. NAEGELÉ et W.-L. GRENSER. *Deuxième édition*, par G.-A. AUBENAS, ouvrage précédé d'une introduction par J.-A. STOLTZ. 1 vol. gr. in-8 de XXXII-816 p., avec 1 pl. et 229 fig. 12 fr.

PENARD. **Guide pratique de l'accoucheur et de la sage-femme.** *Septième édition.* 1 vol. in-18, XX-600 p., avec 165 figures. Cartonné 6 fr.

SIMPSON. **Clinique obstétricale et gynécologique.** 1 vol. gr. in-8 de 800 pages avec figures 12 fr.

MATIÈRE MÉDICALE PHARMACIE ET THÉRAPEUTIQUE

ANDOUARD. **Nouveaux éléments de pharmacie,** par ANDOUARD, professeur à l'Ecole de Nantes. *Deuxième édition.* 1 vol. in-8 de XXIV-950 pages, avec 150 fig. 16 fr.

FERRAND (A.). **Traité de thérapeutique.** *Deuxième édition* augmentée d'un formulaire de médicaments nouveaux. 1 vol. in-18 jésus. Cart. 9 fr.

FERRAND (E.). **Aide-mémoire de pharmacie,** vade-mecum du pharmacien à l'officine et au laboratoire. *Quatrième édit.* 1 v. in-18 j. de 750 p. avec 120 fig. Cart. 7 fr.

FONSSAGRIVES (J.-B.). **Principes de thérapeutique générale.** *Deuxième édition,* 1 vol. in-8 de 450 p. 9 fr.

GALLOIS. **Formulaire de l'Union médicale. Douze cents formules** favorites. *Quatrième édition.* 1 vol. in-32 de 632 pages. Cart. 3 fr. 50

GUBLER. **Cours de thérapeutique.** 1 vol. in-8 de VII-568 pages 9 fr.

— **Commentaires thérapeutiques du Codex médicamentarius.** *Troisième édition,* en concordance avec le Codex de 1884. 1 vol. in-8, 1062 p. Cart. 16 fr.

JEANNEL. **Formulaire officinal et magistral international.** *Quatrième édition.* en concordance avec le Codex de 1884 et le formulaire des hôpitaux militaires. 1 vol. in-18 de XVI-1040 p. Cart. 6 fr. 50

HYGIÈNE ET MEDECINE LÉGALE

ARNOULD. **Nouveaux éléments d'hygiène,** par Jules ARNOULD, professeur à la Faculté de Lille. *Deuxième édition.* 1 vol. in-8, 1360 pages, avec 284 figures. Cart. 20 fr.

BRIAND et CHAUDÉ. **Manuel complet de médecine légale,** contenant un Manuel de chimie légale, par J. BOUIS, professeur à l'Ecole de pharmacie de Paris. *Deuxième édition.* 2 vol. gr. in-8 de 1048 pages, avec 3 planches et 34 figures 24 fr.

BROUARDEL. **Le secret médical.** Honoraires, mariage, assurances sur la vie, déclaration de naissance, expertise, témoignage, etc., par P. BROUARDEL, professeur à la Faculté de Paris. 1 vol. in-16 (*Bibliothèque scientifique contemporaine*) 3 fr. 50

CAZENEUVE (P.). **La coloration des vins** par les couleurs de la houille, méthodes analytiques et marche systématique pour reconnaître la nature de la coloration. 1 vol. in-18 avec une planche (*Bibliothèque scientifique contemporaine*) 3 fr. 50

CHAPUIS. **Précis de toxicologie,** par A. CHAPUIS, agrégé à la Faculté de médecine de Lyon. *Deuxième édition.* 1 vol. in-18 jésus de 750 pages, avec figures. Cart. 8 fr.

COLIN (Léon). **Traité des maladies épidémiques.** Origine, évolution, prophylaxie. 1 vol. in-8 de XX-1032 pages 16 fr.

DUBRAC. **Traité de jurisprudence médicale et pharmaceutique,** par F. DUBRAC, président du tribunal civil de Barbezieux. 1 vol. in-8 de 800 pages 12 fr.

FONSSAGRIVES. **Hygiène et assainissement des villes.** 1 vol. in-8, 569 p. 8 fr.

— **Hygiène alimentaire** des malades, des convalescents, des valétudinaires. *Troisième édition.* 1 vol. in-8 de 800 pages 9 fr.

— **Traité d'hygiène navale.** *Deuxième édition.* 1 vol. in-8 de 920 p. avec 145 fig. 15 fr.

GAUTIER (D.). **Le cuivre et le plomb** dans l'alimentation et l'industrie, au point de vue de l'hygiène. 1 vol. in-18 jésus de 310 pages (*Bibliothèque scientifique contemporaine*) 3 fr. 50

— **La sophistication des vins,** méthodes analytiques et procédés pour reconnaître la fraude. *Troisième édition.* 1 vol. in-18 jésus avec 1 planche coloriée 4 fr. 50

LÉVY. **Traité d'hygiène** publique et privée, par MICHEL LÉVY, directeur de l'Ecole du Val-de-Grâce. *Sixième édition.* 2 vol. gr. in-8 avec fig. 20 fr.

MORACHE. **Traité d'hygiène militaire.** *Deuxième édition.* 1 vol. in-8 avec 173 fig. 14 fr.

SOUBEIRAN. **Nouveau Dictionnaire des falsifications et des altérations** des aliments, des médicaments et de quelques produits employés dans les arts, l'industrie et l'économie domestique. 1 vol. gr. in-8, avec 218 fig. Cart. 13 fr.

TARDIEU. **Médecine légale,** attentats aux mœurs, avortements, blessures, empoisonnement, folie, identité, infanticide, maladies produites accidentellement ou involontairement, pendaison, par A. TARDIEU, professeur de médecine légale à la Faculté de médecine de Paris. 9 vol. in-8 avec fig. et pl. col. 54 fr.

VIBERT. **Précis de médecine légale,** avec une introduction par P. BROUARDEL. 1 vol. in-18 jésus de 768 pages avec 79 fig. et 3 pl. en chromolithographie. Cart. 8 fr.

Envoi franco par la poste contre un mandat.

2569-88. — CORBEIL. Imprimerie CRÉTÉ.

